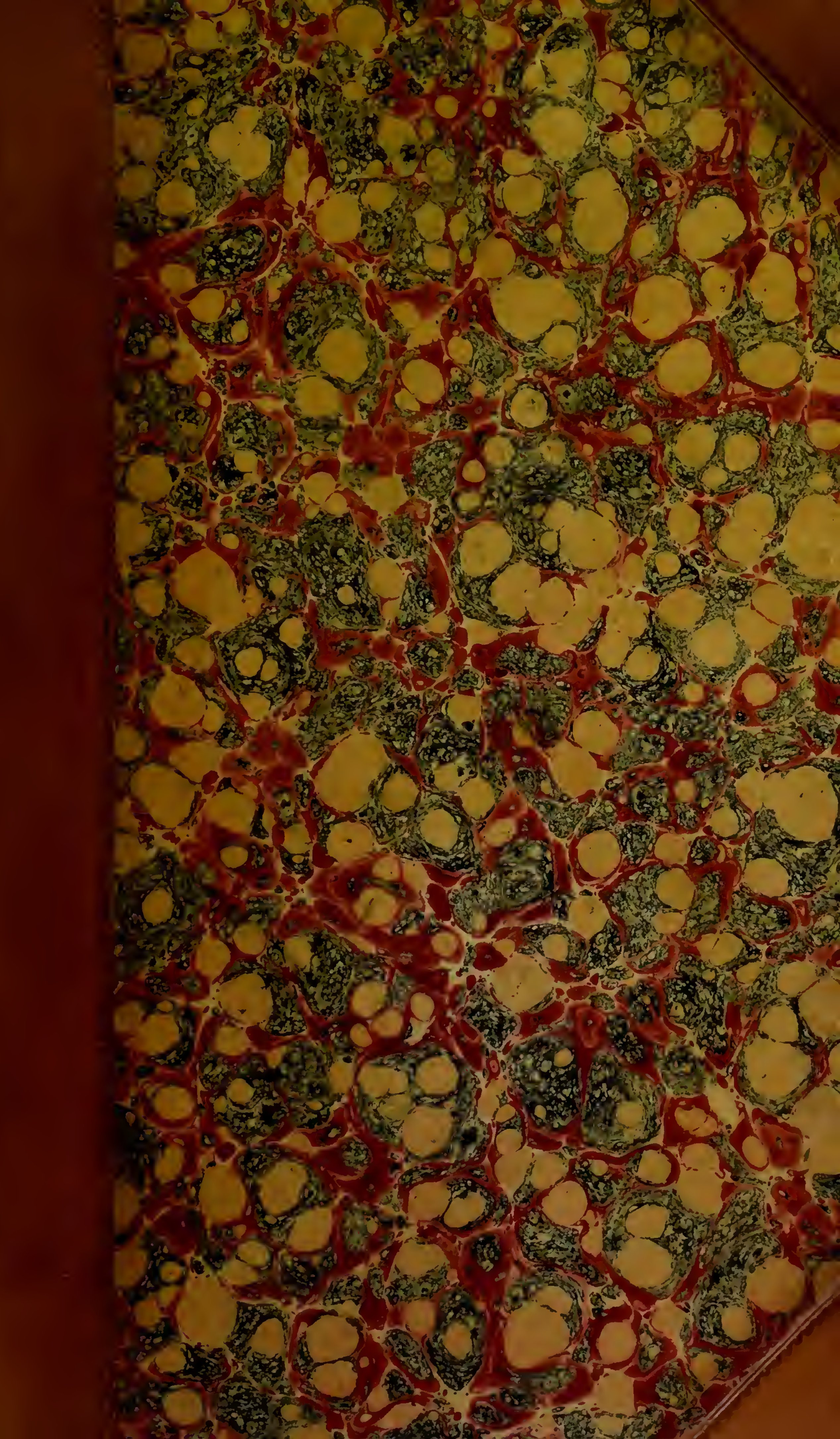
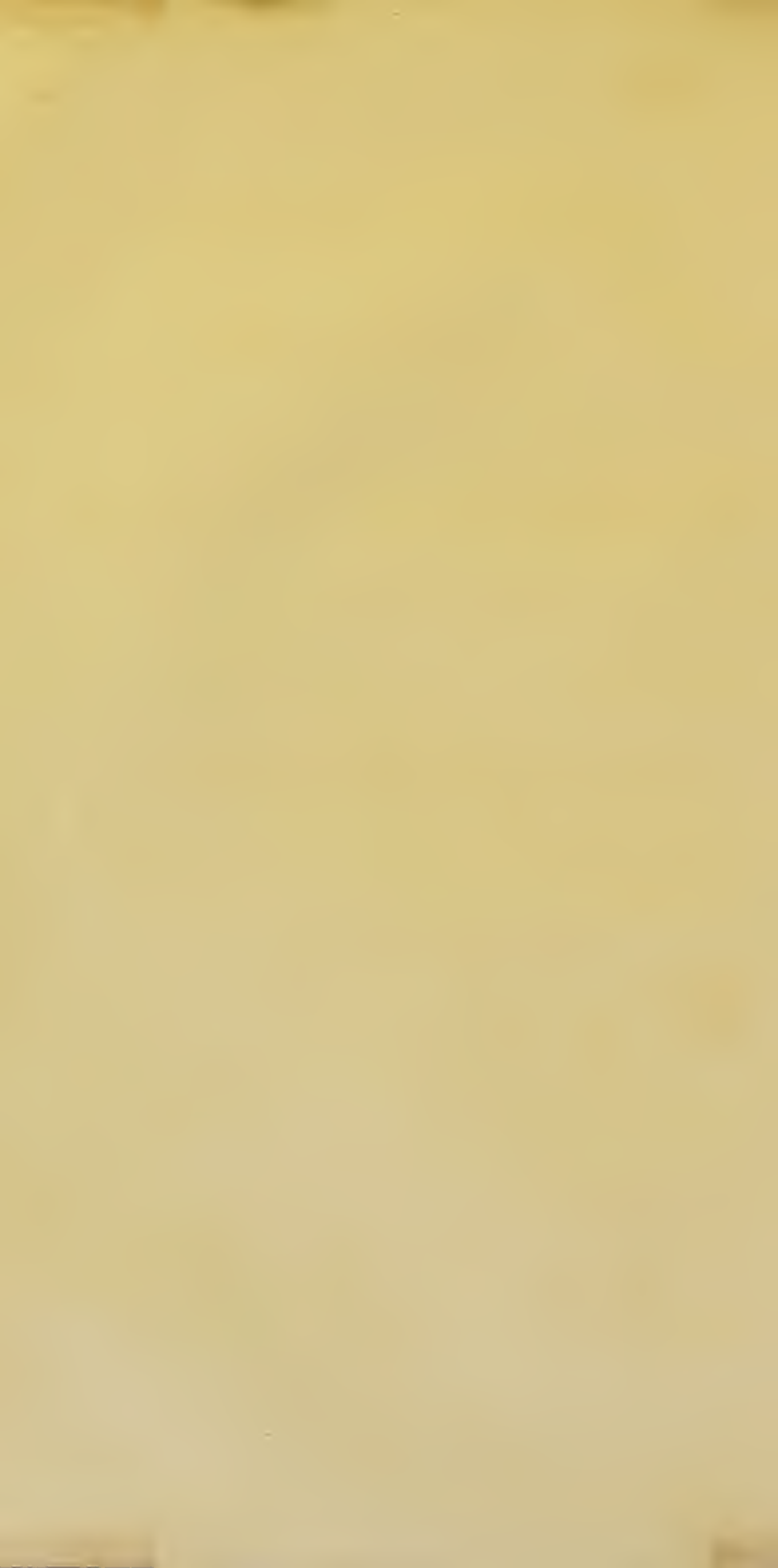










Untersuchungen

über

die Functionen

des

Rückenmarks und der Nerven

von

Dr. B. Stilling.

Untersuchungen

über

die Functionen

des

Rückenmarks und der Nerven.

Mit specieller Beziehung

auf die Abhandlungen J. van Deen's, zur Physiologie des Rückenmarks etc.

Von

Dr. B. Stilling,

pract. Arzte u. Wundarzte zu Cassel.

Mit Abbildungen.

Leipzig,

Verlag von Otto Wigand.

1842.

„Jeder Forscher muss sich durchaus ansehen als Einer, der zu einer Jury berufen ist. Er hat nur darauf zu achten, inwiefern der Vortrag vollständig sei, und durch klare Belege auseinandergesetzt. Er fasst hiernach seine Ueberzeugung zusammen, und giebt seine Stimme, es sei nun, dass seine Meinung mit der des Referenten übereintreffe, oder nicht.“

Göthe.

Vorwort.

Die jüngste Zeit ist sehr reich an Arbeiten über die Function des Nervensystems. Das Experiment, auf welches ein jeder Forscher jetzt sich stützt, hat uns seit zwei Jahren eine solche Masse von neuen Dingen in das Gebiet der Nervenphysik befördert, dass gewiss nicht Wenige den stillen Wunsch hegen, die einzelnen Angaben, denen man ein heimliches Misstrauen sicher nicht entziehen kann, möchten bestätigt, oder definitiv widerlegt sein. Wir haben diesen Wunsch um so dringender empfunden, als unsre bewegte Literatur nichts eiliger zu thun hat, als jedes angebliche neue Factum nicht allein anzuerkennen und aufzunehmen, sondern neue Ansichten darauf zu gründen, oder dasselbe zur Begründung von Ansichten zu benutzen. — Wir sind daher bei unsern eignen Arbeiten über das Nervensystem; sogar ohne es direct zu

wollen, auf die Prüfung der Versuche Anderer hingeleitet worden. — Wir haben dabei nicht geringes Erstaunen empfunden, zu erfahren, wie die anscheinend glänzendsten Entdeckungen einiger Schriftsteller sich als die leichtfertigsten Täuschungen herausstellten. — Wir haben jedoch neben diesem Bedauern die Freude gehabt, die Ursachen der meisten jener Täuschungen zu finden, und glauben die Wissenschaft vorläufig wenigstens vor Annahme derselben warnen zu dürfen, bis, ausser uns, auch andre Forscher ihre Stimme abgegeben haben.

Es ist unser Vorsatz, die ganze Reihe der neueren Experimente nicht allein zu wiederholen, sondern der genauesten Prüfung zu unterziehen. Eine grosse Masse von Materialien liegt bereits vor uns, und wir hoffen in einzelnen Abhandlungen, oder in unserer versprochenen Nervenphysik die gewonnenen Resultate demnächst mitzutheilen.

Was wir speciell in Bezug auf das Rückenmark und die Spinalnerven bis jetzt gefunden haben, ist theilweise bereits von uns in kurzer Darstellung, in dem ersten Hefte von Roser's und Wunderlich's Archive für die physiologische Heilkunde (Stuttgart 1842) veröffentlicht worden. Wir beziehen uns darauf, um nicht Wiederholungen, welche ohne dies in vorliegender Schrift unvermeidlich sind, allzu sehr zu häufen.

Hier aber sind wir genau dem Wege nachgegangen, den van Deen in seinen verschiedenen Schriften uns gezeigt hat. Wir haben dabei jedoch einen critischen Gang gemacht, und gefunden, dass van Deen nur wenige Schritte gethan hat,

die nicht Fehltritte waren. — Der Leser wird hierbei finden, dass überall eigne und grossentheils neue Untersuchungen von uns angestellt worden sind, um die Thatsachen möglichst von allen Seiten her zu beleuchten. — Wir wünschen nichts sehnlicher, als dass andre Experimentatoren diese Versuche ebenfalls, mit Rücksicht auf unsre Mittheilungen, wiederholen, und so eine Frage zur endlichen Entscheidung bringen, die an Wichtigkeit keiner andern der Wissenschaft nachsteht. — Wir hoffen zuversichtlich, dass van Deen selbst es thun, und zur Entscheidung der Frage beitragen wird, wie er denn zur Anregung so mancher ausserordentlich viel beigetragen hat.

van Deen, weil er bei so vielen Schritten in Irrthümer verfallen ist, hat darum aber nicht minder ein bedeutendes Verdienst um die Wissenschaft sich erworben. — Wir schätzen seine Arbeiten sehr hoch, weil sie anregend sind, zum Denken und Weiterforschen; ein Umstand, der nur den besten Werken eigen ist. — Die grosse Mannigfaltigkeit der Versuche, die scharfsinnige Deutung derselben, wobei die Schärfe des Gedankens um so grösser ist, als meistens falsche Beobachtungen mit wahren zusammengestellt zu den verschiedenartigsten Betrachtungen Anlass geben, erwecken eine grosse Hochachtung für van Deen.

Wir haben die hauptsächlichsten Versuche desselben nicht allein an Fröschen wiederholt, sondern auch an Säugethieren, und vorzugsweise an jungen Katzen, die sich ganz besonders dazu eignen. — Bis jetzt haben wir gefunden, dass die Ex-

perimente an höheren Säugethieren vollkommen dieselben Resultate zeigen, wie die Versuche an Fröschen. — Es ist dies um so erfreulicher, als die Versuche an Säugethieren zur Prüfung solcher, die bereits an Fröschen zu einem bestimmten Resultate geführt haben, angewandt werden können. — Die Natur scheint auf solche Weise gleiche Gesetze in der Anordnung und dem Bau des Rückenmarks durch alle Classen der Wirbelthiere hindurch befolgt zu haben. Ein Umstand, der für die physiologische Forschung ein sehr glücklicher genannt werden muss.

Der Leser wird es nicht unpassend finden, dass wir verschiedene Punkte des Anhangs zu der Schrift van Deen's unberücksichtigt gelassen haben, namentlich dessen Angriff gegen Kürschner. Die Versuche des Letzteren erhalten ihre Deutung aus unsren Erläuterungen hinreichend. Doch kommen wir vielleicht noch einmal an anderm Orte speciell auf dieselben zurück.

So viel ist gewiss, dass die Acten über den behandelten Gegenstand noch nicht als geschlossen zu betrachten sind. Doch ist jetzt von Experimenten an lebenden Thieren weniger zu erwarten, als von genauen anatomischen Untersuchungen des Rückenmarks, seiner verschiedenen Substanzen, und ihrer gegenseitigen anatomischen Anordnung, worauf wir im Verlaufe dieser Schrift wiederholt aufmerksam gemacht haben. — Wir mögen uns die Freude nicht versagen, einstweilen im Voraus auf eine anatomische Untersuchung über genannten Punkt von unsrem lieben Freunde, Dr. Wallach hierselbst, auf-

merksam zu machen*), wie wir uns denn auch verpflichtet fühlen, unsren Dank für die vielfache Unterstützung bei unsren Versuchen, öffentlich demselben auszusprechen.

Wir schweigen davon, in wessen Gegenwart wir unsre Versuche vielfach ausgeführt und geprüft haben. Es kann der Umstand, dass 10 oder 20 anerkannte Männer einige oder alle Versuche und ihre Folgen gesehen haben, die Glaubwürdigkeit dieser Versuche durchaus nicht erhöhen. Denn die Täuschung ist nur zu leicht. — Eine ruhige, besonnene Prüfung, die durch keine Aussendinge gestört ist, das ist's, was wir wünschten. Denn VAN DEEN's Versuche sind in Gegenwart sehr tüchtiger Männer wiederholt worden, und der Verlauf dieser Schrift wird lehren, ob der Grad ihrer Glaubwürdigkeit, oder ihres Werthes dadurch erhöht worden ist. — Wir schliessen blos auf das redliche Strebens VAN DEEN's aus jenem Umstande; doch dessen bedurfte es nicht erst.

Die beigefügten Abbildungen Fig. 1 — 10 sind von unserm Freunde Dr. Wallach gefertigt worden, die übrigen, Fig. 11 bis 25 haben wir aus der Schrift VAN DEEN's entlehnt, und darum aufgenommen, weil sie zum Verständniss der Versuche beitragen.

Die mehrfachen Wiederholungen in dieser Schrift liessen sich, zu unsrem Bedauern, nicht ganz vermeiden. Ein Jeder

---

*) Diese Untersuchungen sind in einem von mir, gemeinschaftlich mit Dr. Wallach, herausgegebenen Werke enthalten, welches unter dem Titel: „Untersuchungen über die Textur des Rückenmarks“ — demnächst erscheinen wird.

wird einsehen, dass sie in der Natur des abgehandelten Gegenstandes liegen, und dass sie sogar, wo sie sich finden, zum Verständniss unerlässlich sind.

So möge denn dieser Vorläufer unsrer ausgedehnteren Untersuchungen — über sämmtliche Theile der Nervenphysik — einstweilen den gewünschten Zweck erreichen, die Wissenschaft vor übereilter Annahme unrichtiger Beobachtungen bewahren, und mehrfache neue Thatsachen verbreiten, die für die Wissenschaft vielleicht nicht ohne Interesse sind.

Cassel, in Kur-Hessen, im Herbste 1841.

Dr. Stilling.

Inhaltsübersicht.

Unter den Forschern der neuesten Zeit, welche durch Experimente an lebenden Thieren die Eigenschaften des Nervensystems zu besserer Erkenntniss zu bringen gestrebt haben, hat J. van Deen, ein holländischer Arzt, sich besonders ausgezeichnet; seine Experimente hat er zwar nur an Fröschen angestellt (mit wenigen Ausnahmen); indess die von ihm angestellten Versuche sind durch ihre Originalität, wie durch die vielfachen Modificationen sehr hervorstechend, und sehr geeignet, Gesichtspunkte zu erwecken, welche bisher noch unbeachtet waren. — Stellt sich vielleicht noch später heraus, dass das Rückenmark bei Fröschen, wie bei höheren Wirbelthieren analoge anatomische Anordnung zeigt, — und wir sind dieser Ansicht vollständig zugethan — so leuchtet das Verdienstliche seiner Versuche noch stärker hervor; und vor allen Dingen sagen wir hiermit dem muthigen und beharrlichen Streben van Deen's das gebührende Lob. — Was die Resultate seiner Versuche, oder vielmehr die Schlüsse betrifft, die er aus denselben gezogen hat, so wollen wir die Thatsachen reden lassen; wir waren bemüht, mit vollkommener Unbefangenheit seine Versuche zu prüfen, und wahren Nutzen für unsere Wissenschaft daraus zu ziehen.

In drei verschiedenen Schriften hat VAN DEEN die Resultate seiner Versuche mitgetheilt:

1. Im Iahre 1838, über die vorderen und hinteren Stränge des Rückenmarks*).

2. Im Iahre 1839, über die Eigenschaften des Rückenmarkes, besonders über die Circulation des Nervenprincips (circulatio nervea) in demselben**).

3. Im letzten Viertel des Iahres 1841, beide vorstehenden Abhandlungen, vermehrt mit mehreren Supplementen, die Erweiterungen und respective Berichtigungen der früheren Versuche enthaltend, in französischer Sprache***). — Noch vor dem Erscheinen dieser letzten Schrift hatten wir bereits die bis dahin bekannten VAN DEEN'schen Experimente sämmtlich wiederholt; die in der letzten Schrift mitgetheilten Supplement-Versuche haben wir, nach deren Veröffentlichung, so weit sie uns nicht schon durch eigene Versuche bekannt waren, nochmals wiederholt.

Wir wenden uns nun zur Prüfung der frühesten Versuche, und legen, statt der uns zugänglichen deutschen Uebersetzun-

---

*) Tijdschrift voor natuurlijke Geschiedenis en Physiologie door van der Hoeven en de Vriese; Vijfde Deel, 3. Stuk, p. 151—186. — Ausgezogen in: Schmidt's Iahrbb. für die ges. Medicin. 1839. Bd. 23. p. 278. 279. von Henle.

**) Nadere Ontdekkingen over de Eigenschappen van het Ruggmerg, bijzonder over den daarin gevondenen Zenuw-omloop (circulatio nervea), door J. VAN DEEN, M. D. Leyden, S. en J. Luchtmans, 1839. 8. IV. u. 128 S. Fast ganz übersetzt von Alexander, in Fricke und Oppenheim's Zeitschrift für die gesammte Medicin 1840. Sept., p. 15—41. — Auch im 7ten Bande der citirten holländischen Zeitschrift von v. d. Hoeven etc. abgedruckt.

***) Traités et découvertes sur la physiologie de la moëlle épinière, par J. VAN DEEN, M. D, etc. Traduits du hollandais, augmentés de nouvelles recherches qui n'ont pas été publiées, et d'une planche lithographiée, Leide, S. et J. Luchtmans. 1841. 8. VIII. u. 224. S.

gen, das nun eben so zugängliche französische Original zu Grunde.

A.

Van Deen's erste Abhandlung.

Nach kurzer Einleitung, über die Ungewissheit in der Lehre von der Nervenfunction, theilt v. D. seine Methode mit, das Rückenmark bei Fröschen bloszulegen. Es geschieht dies von vorn, den Wirbelkörpern, her, oder von hinten, den Wirbelbogen, her. — Bei der ersten Methode schlitzt v. D. den Leib auf, indem er von dem Munde bis zu den Schaambeinen mittelst eines Scheerenschnitts die Bauchdecken trennt, ohne die Nerven für die Hinterpfoten zu verletzen, und alsdann alle Eingeweide wegschneidet*). Mittelst einer kleineren Scheere entfernt er die Wirbelkörper. Er zieht hierzu kleinere Frösche den grossen vor.

Bei der zweiten Methode drückt er mit Daumen und Zeigefinger hinter den Vorderpfoten den Leib zusammen, um die Respiration zu verhindern, mit den andern Fingern hält er beide Hinterpfoten fest, um so jede Bewegung zu hindern, und öffnet dann mit der Scheere den Wirbelcanal, indem er die Wirbelbogen wegschneidet. — Hierbei giebt v. D. grösseren Fröschen den Vorzug vor kleineren.

Wir erlauben uns hier die Bemerkung, dass bei Eröffnung des Wirbelcanals von vorn auf weniger grausame Weise verfahren wird, wenn durch einen hufeisenförmigen Schnitt die Bauchdecken von unten nach oben oder von hinten nach vorn zurückgeschlagen werden, alsdann durch einen Schnitt längs der linken Seite der Wirbelkörper das Peritonaeum getrennt, und sammt Gedärmen und Gefässen nach rechts zur Seite geschoben wird. Die auf solche Weise freigelegten

*) Die Frösche, ohne Eingeweide, hüpfen noch, wie zuvor; doch nicht lange Zeit; s. unten.

Wirbelkörper entfernt man alsdann sehr leicht, indem man mittelst einer feinen knieförmig gebogenen (Richter'schen) Augenscheere zuerst die Intervertebral-Ligamente eines oder aller Wirbel trennt, und dann einen Wirbelkörper nach dem andern wegschneidet*).

Bei der Bloslegung des Rückenmarks von hinten her gebraucht man am besten die Kneipzange. Es ist unmöglich, ein besseres Instrument zu dieser Operation zu finden. Bei geringer Vorsicht kann man in einer Minute das ganze Rückenmark und Gehirn eines Frosches ohne die geringste Verletzung bloslegen. Die Form dieser Kneipzange ist die der gewöhnlichen Knochensplitterzange in verkleinertem Maasstabe; ganz so, wie die der Nagelscheeren, oder der kleinen Zangen zum Abkneipen der Fingernägel*). — Es versteht sich von selbst, dass Haut und Muskeln vor Anwendung der Zange mittelst Messer und Pinzette von den Wirbelbogen entfernt sein müssen. — Alle übrigen Instrumente zur Entblössung des Rückenmarks sind zu unsicher, und lassen leicht Verletzungen dieses Organs während der Bloslegung entstehen.

Versuch **I.** p. 11. „Reizt man sehr sanft die vordere Fläche des Rückenmarks mit der Nadelspitze oder einem feinen Messer, so entstehen immer Muskelbewegungen an verschiedenen Körpertheilen, je nach den verschiedenen Stellen des Rückenmarks, die man reizt. Reizt man in der Gegend des 1sten Wirbels, so entsteht Bewegung in den Muskeln des Kopfs, und besonders des Unterkiefers; geschieht die Reizung in der Gegend des 2ten Wirbels, so bewegen sich die Muskeln der Vorderpfoten und der Brust; in der Gegend des 3ten Wirbels: Bewegung der Bauchmuskeln; am 4ten Wirbel: Bewegung der untern Bauchmuskeln und der höhern Oberschenkel-Muskeln; am 5ten Wirbel: Bewegungen in den meisten Muskeln der Oberschenkel; am 6ten Wirbel: Bewegung fast aller Muskeln der Hinterpfoten. —

---

*) Man sehe die Abbildungen und die Erklärung derselben.

Reizung des in den beiden folgenden Wirbeln enthaltenen Theils*) bringt keine Bewegung hervor, falls nicht der nervus pudendus mit zwei Wurzeln entspringt."

„Reizt man den rechten Vorderstrang, so bewegen sich nur die Muskeln rechter Seits, reizt man den linken, so sind die Bewegungen nur auf der linken Seite. Reizung in der Mittellinie erzeugt Bewegung auf beiden Seiten."

„Schneidet man das Rückenmark in der Mittellinie der Länge nach durch, und reizt die Vorderstränge getrennt, so erhält man dieselben Resultate wie vor Trennung derselben."

Die Wiederholung dieses Versuchs ergiebt im Allgemeinen vollkommene Richtigkeit der van Deen'schen Angaben. Wenn man den Frosch köpft, so kann man die Erscheinungen mit grösserer Ruhe und Sicherheit beobachten, indem man die willkürlichen Bewegungen des Thiers ausschliesst. — Die Hauptfrage aber ist: Beweist dieser Versuch, was er soll, nämlich, dass die vorderen Stränge motorisch seien?

Setzen wir das felsenfeste Factum voraus, dass die vorderen Spinalnervenwurzeln motorisch sind, d. h. gegen Reize, die auf sie wirken, durch Erregung von Muskelcontractionen ihre Reaction zeigen, so müssen wir unbedenklich zugeben, dass auch alle Reize, welche indirect auf sie einwirken, oder mittelbar vielmehr, eben solche Reactionen derselben zur Folge haben müssen, wie unmittelbare Reizung der vorderen Nervenwurzeln selbst. — Führt man also die Spitze einer Nadel oder eines feinen Messers auf einen Vorderstrang, so wird man keine mechanische Zerrung oder Reizung desselben erzeugen können, ohne zugleich die in der Nähe befindliche vordere

---

*) Dieser gallertartige schwanzförmige Anhang des Rückenmarks, welcher aus sehr zarten Fasern besteht, ist uns, in Bezug auf seine Funktion noch unbekannt. Er gehört nicht zur eigentlichen Substanz des Rückenmarks, und v. Deen bemerkt ganz richtig, dass man ihn entfernen kann, ohne dadurch irgend eine Beeinträchtigung der Empfindung oder Bewegung zu erzeugen.

Nervenwurzel mittelbar mechanisch mit zu reizen. — Denn Reiz mit der Nadel bewirkt doch nichts anders als eine Zusammendrückung, Verschiebung, Dehnung u. s. w., der berührten Stelle des Vorderstrangs. Diese Veränderung aber ist nicht local, sondern rings um die berührte Stelle in näherem oder entfernterem Kreise umher ausgebreitet, je nach der Intensität des Reizes; folglich wird die nächste vordere Nervenwurzel mehr oder weniger mittelbar durch jenen Reiz mit afficirt, gedrückt, gezerrt, verschoben; folglich ist es eben so, als hätte man die vordere Wurzel selbst gereizt; folglich wäre der Schluss auf die Function der vorderen Stränge nicht frei von sehr begründetem Zweifel. — Unsre Instrumente, mit denen wir reizen, sind viel zu grob, um bei so zartem Organe eine Reizung anzubringen, die nicht Theile afficirte, welche wir verschonen wollten. — Die Insertionen der Nerven am Frosch-Rückenmark sind an vielen Stellen so fein, dass man sie mit blossen Augen nicht bemerken kann; daher man oft unmittelbar Nervenwurzeln selbst reizen dürfte, ohne es zu wissen. — van Deen sagt zwar, p. 13, in einer Anmerkung, dass er sich einer Lupe bediene, um sicher zu sein, dass er das Rückenmark, und nicht eine Nervenwurzel, reize; indessen sieht ein Jeder leicht ein, dass bei solchen Versuchen die Sicherheit der Hand abnehmen muss, wenn man unter einer Lupe reizt; dass man alsdann den Grad des Reizes, des Druckes, weniger zu bemessen im Stande ist, — als wenn man mit freien Augen operirt.

Also: es liesse sich die Behauptung, dass jede nach Reizung der Vorderstränge erzeugte, Bewegung nur von der mitgereizten entsprechenden vorderen Wurzel herrühre, und zwar von der mittelbaren mechanischen, nicht organischen, Reizung der vorderen Wurzel, vollkommen rechtfertigen. — D e n n m a n r e i z t o f t d e n v o r d e r e n R ü c k e n m a r k s s t r a n g, o h n e i r g e n d e i n e B e w e g u n g z u e r z e u g e n; b e i d e r g r ö s t e n V o r s i c h t g e l i n g t e s n i c h t d i e s t r i n-

genten Resultate, wie VAN DEEN es angiebt, zu erlangen*). — Oft reizt man in der Mittellinie, und die Bewegungen erfolgen gar nicht, oder doch nur auf einer Seite, u. s. w. Es ist also wahrhaft dem Zufall anheimgegeben, ob man bei dem Reize eine Nervenwurzel mit erregt, oder nicht. — Sehr sanfte Reize oder Berührungen bleiben oft ohne Bewegungen; stärkerer Reiz muss nothwendig immer Nervenwurzeln mit treffen. Die Bewegung kann also nie mit Bestimmtheit als solche angesehen werden, die ohne mechanischen Reiz auf die entsprechende Nervenwurzel selbst erfolgt sei. — Demnach bezeichnet dieser erste Versuch nichts von Belang, und dass die Bewegungen der oberen Körpertheile entstehen, wenn der obere Theil des Rückenmarkes gereizt wird, und Bewegungen der unteren Körpertheile nach Reizung der unteren Rückenmarksparthie, fliesst deutlich aus dem Gesagten: die betreffenden Nervenwurzeln reagirten gegen den mechanischen Reiz, welcher sie erregte.

Denn: schneidet man eine oder zwei vordere Nervenwurzeln durch, und reizt den Theil des Vorderstrangs, in den sie sich inserirten, so hört jede Bewegung nach Reizung desselben auf.

Hieraus geht also deutlich hervor: jeder Theil der vorderen Stränge des Rückenmarks wirkt nur auf die mit ihm verbundene vordere Wurzel; der auf ihn wirkende Reiz pflanzt sich weder nach oben, noch unten, noch nach der andern Seite hin fort; denn, fände dies Statt, so wäre nicht einzusehen, warum nicht Bewegungen ober- oder unterhalb der Theile entstehen sollten, deren Nervenwurzeln durchgeschnitten sind, sobald der Reiz auf die vorderen Stränge überhaupt nur einwirkt.

---

*) Und wie VAN DEEN den Beweis für das „errare humanum" liefert, in viel wichtigeren Angaben, werden wir später noch mehr sehen.

Wie aber die Bewegungen nach Reizung der Vorderstränge fast nur, wenn nicht durchaus, Folge der mittelbar mechanisch mitgereizten vorderen Wurzeln sind, das macht man sich klar, wenn man einem Frosche das Rückenmark, nach v. Deen, von vorn in ganzer Länge blos legt, und zwischen den beiden grossen vorderen Wurzeln für die Vorderpfoten zuerst in der Mittellinie vorsichtig mit der Nadelspitze reizt; alsdann sieht man meistens gar keine Bewegungen entstehen. — Führt man aber die Nadelspitze ein wenig seitwärts, nach der Insertion der vorderen Wurzel hin, so zeigen sich Bewegungen, die immer stärker werden, je näher man die Nadelspitze den vorderen Nervenwurzeln selbst bringt.

Will man sich überzeugen, wie leicht mittelbar mechanische Reizung auf einen entfernten Theil wirkt, so lege man das Rückenmark eines Frosches bei den drei obersten Wirbeln von vorn blos, schneide die vorderen Wurzeln für die Nerven der rechten Vorderpfote durch, und reize, nicht zu leise, den rechten Vorderstrang dieser Stelle mit der Nadelspitze. Man wird alsdann sehr oft Bewegungen der linken Vorderpfote erzeugen. Dass dies lediglich eine Folge der mittelbar gezerrten Wurzeln für die Nerven der linken Vorderpfote sei, wird Niemand bezweifeln, der den Versuch wiederholt. — Und will man diese Bewegungen als mittelbar durch die centralen Theile des Rückenmarkes erregt ansehen, so wenden wir ebenfalls nichts dagegen ein; denn das Factum bleibt, und unsere Behauptung eben so richtig.

Das Gesagte findet eben so bei Reizung eines Vorderstranges nach der Längstheilung des Rückenmarkes Statt. — Alle Bewegungen, welche nach diesem Experimente entstehen, können eben so wohl und mit grösserer Wahrscheinlichkeit von mittelbarer mechanischer Reizung der betreffenden vorderen Wurzeln wie von unmittelbarer Reizung der Vorderstränge abgeleitet werden.

II. „Wenn man (am besten in der Gegend des 4ten Wirbels) ein feines, schmales, zweischneidiges Messerchen, oder eine Staarnadel, queer durch das Rückenmark hindurchsticht, so, dass die Hinterstränge über, die Vorderstränge unter der Klinge liegen, so bringt Reizung der Hinterstränge über dem Insrumente nicht die mindeste Bewegung hervor, Reizung der Vorderstränge unter dem Instrument aber erzeugt starke Bewegungen."

Dies Experiment giebt vollkommen gleiche Resultate, wie wir das an vielen Fröschen gesehen haben. — Beweist es aber, was VAN DEEN dadurch zu beweisen glaubt? Analysiren wir das Experiment, und beachten, welche Veränderungen dadurch herbeigeführt worden sind, welche Umstände darnach die Bewegung verhindern, welche sie herbeiführen, so finden wir: Durch das queer zwischen vordere und hintere Hälfte des Rückenmarkes eingeführte Instrument sind die hinteren Stränge von den vorderen Wurzeln der Spiralnerven getrennt worden, an der bestimmten Stelle. — Jeder Reiz der auf die Hinterstränge angebracht wird, kann also nicht durch die Klinge des Instruments hindurch auf die motorischen Wurzeln wirken. Sogar, wenn die hintern Stränge motorisch wären, d. h., wenn durch ihre Vermittlung ein Reiz auf die vorderen Nervenwurzeln organisch direct übergetragen werden könnte, würde nach diesem Experimente durch Reizung der Hinterstränge an der betreffenden Stelle keine Bewegung entstehen; eben so wenig, als solche entstehen, durch Reizung der Vorderstränge, wenn man die vorderen Nervenwurzeln von ihnen abgetrennt hat.

Reizt man aber die unter dem Instrument gelegenen Theile, also die Vorderstränge, so tritt derselbe Fall ein, wie im Versuche I. Die alsdann entstehenden Bewegungen können von den mechanisch mitgereizten vorderen Nervenwurzeln herkommen. — Also auch dieses Experiment beweist durchaus nicht, was es soll. Und wie schwierig das Urtheil bei die-

sen Versuchen ist, erhellt aus folgendem Umstande: Reizt man die über der Klinge liegenden Hinterstränge etwas stärker, so entstehen oft genug Bewegungen, durch mittelbar auf die Vorderstränge fortgepflanzte mechanische Reizung, sei es durch das Instrument, sei es, dass die über oder unter letzterem befindlichen noch ungetrennten hinteren Stränge den mechanischen Reiz empfingen und weiter fortpflanzten. — Reizt man die Hinterstränge an der Grenze der durch das Instrument bewirkten Trennung der Hinter- und Vorderstränge, so enstehen fast immer Bewegungen, die entweder als Reflexbewegungen gedeutet werden müssen, oder als solche, die durch mechanische mittelbare Reizung der vorderen Wurzeln von den Hintersträngen aus hervorgerufen wurden.

III. „Hat man, wie im Vers. II, die Vorderstränge von den hinteren getrennt, und schneidet jene durch, so entsteht Bewegung der betreffenden Muskeln; dies findet aber nicht Statt, wenn man die Hinterstränge durchschneidet."

Auch dieser Versuch ist an und für sich ganz richtig. — Aber die Folgerungen daraus sind wiederum nicht die, welche v. D. daraus zieht. Durchschneidung der getrennten Hinterstränge lässt die vorderen Wurzeln ohne Beeinträchtigung. Daher entstehen keine Bewegnngen. Werden aber die Vorderstränge durchschnitten, so werden die betreffenden motorischen Wurzeln mitgereizt, und die entstehenden Bewegungen dürfen nicht von den Vordersträngen abgeleitet werden. Denn durch Reizung der vorderen Nervenwurzeln allein entstehen sie eben so wohl; nicht aber durch Reizung der vorderen Stränge allein, wenn man an der gereizten Stelle die Nervenwurzeln durchgeschnitten hat.

IV. „Trennt man theilweise die vorderen von den hinteren Strängen, und reizt die einen und die andern überall wo sie getrennt sind, so erhält man dieselben Resultate, wie bei II. und III." — Dies Experiment zeigt sich bei der Wiederholung als richtig, Aber es gelten gegen dasselbe die

nämlichen Einwürfe, wie gegen die Schlüsse aus den vorhergehenden Versuchen.

V. „Schneidet man die Vorderstränge von vorn nach hinten bis zum canalis medullae spinalis durch, ohne die Hinterstränge zu verletzen; bringt man dann eine dünne Schweinsborste in die Wunde, und bewegt sie vorsichtig gegen die Hinterstränge und die Vorderstränge, nachdem das Haar in den canalis medullae spinalis eingeschoben worden ist (oder in die graue Substanz), so beobachtet man dieselben Resultate, wie bei Versuch II. III. und IV.“

Bei Wiederholung dieses Versuchs fanden wir keineswegs stringente Resultate. Es entstanden meistentheils Bewegungen; die Spitze des Haares mochte gegen die Hinter- oder gegen die Vorderstränge geführt werden. Das aber ist constant, dass die Bewegungen stets stärker sind, wenn die Vorderstränge von der Spitze der Borste gereizt werden, als wenn leztere in die Hinterstränge eindrang, was leicht zu erklären ist.

Man kann sich dieses Experiment erleichtern, indem man einen Frosch zwischen dem 1sten und 2ten Wirbel köpft. Alsdann kann man mit der Spitze einer Schweinsborste Hinter- und Vorderstränge auf der Durchschnittsfläche, und von dieser aus, isolirt reizen. — Berührt man nur vorsichtig die Durchschnittsfläche an den verschiedensten Punkten, so entsteht oft gar keine Bewegung hiernach. — Führt man die Borste nur eine Linie tief in den canalis medullae spinalis ein, so entstehen fast stets Bewegungen, auch wenn man die Borstenspitze gänzlich den hinteren Strängen zuwendet. — Aber wendet man sie den Vordersträngen zu, so sind die Bewegungen stärker.

Zur Erklärung dieser Phänomene bedarf es keiner Worte weiter. Leise Reizung, ohne mittelbare mechanische Erregung der vorderen Nervenwurzeln bringt oft keine, oft nur schwache (Reflex-) Bewegungen hervor, stärkere Reizung verursacht

mittelbar Zerrung der vorderen Wurzeln, und dadurch Bewegung.

VI. „Durchschneidet man die Wirbelsäule und das Rückenmark in der Gegend des 2ten oder 3ten Wirbels, und nimmt einen Wirbel um das Rückenmark herum weg, weil dieses sich nach dem Durchschnitt immer etwas zurückzieht; bringt alsdann eine Schweinsborste oder eine feine Nadel vorsichtig in den canalis medullae spinalis ein, und führt man nun die Spitze derselben zu den hinteren oder vorderen Strängen, so erhält man dasselbe Resultat, wie in den Versuchen II, III, IV und V, während man zugleich bemerkt, dass eine im Rückenmarkscanal selbst vorsichtig bewirkte Reizung keine Muskelbewegung hervorruft."

Dieser Versuch ist nur eine Modification des Vorhergehenden, und muss eben so erklärt werden. Wiederholt aber müssen wir bemerken, dass die Resultate nicht so stringent sind, wie v. D. sie angiebt; namentlich entstehen Bewegungen, durch blose Einführung des Haares in den canalis medullae spinalis, ohne dass man dessen Spitze gegen Hinter- oder Vorderstränge wendet. — Ein Umstand, der aus einer frühern Mittheilung von uns über die Function des Nervensystems*) hinreichend erhellt. Denn die dadurch gereizte centrale graue Substanz, welche zu den Vordersträngen gehört, pflanzt organisch die Reizung auf die vorderen Wurzeln fort, und führt dadurch Bewegungen herbei.

VII. „Führt man vorsichtig eine Borste oder feine Nadel in den Wirbelcanal, der wie im Versuch VI. durchgeschnitten ist, zwischen die vordere Rückenmarksfläche und hintere Fläche der Wirbelkörper, und bewegt man die Borste oder Nadel hier sanft hin und her, so bemerkt man sogleich Vibrationen der Muskeln; führt man aber die Nadel zwischen die hintere Fläche

---

*) In Roser's und Wunderlich's Archiv für die physiologische Heilkunde I. 1. 1842.

des Rückenmarks und die vordere der Wirbelbogen, so entsteht, wenn man leise Bewegungen mit dem Instrumente macht, keine Muskelzuckung." — Bei Wiederholung dieses Experimentes finden wir, dass eine Schweinsborste mit Vorsicht zwischen dem Rückenmark und den Wirbeln mehr als einen halben Zoll tief über den hinteren, wie unter den vorderen Strängen eingeführt werden kann, ohne dass die mindeste Bewegung dadurch veranlasst wird. — Reizt man aber, so entstehen in beiden Fällen Bewegungen; nur stärkere, wenn man zwischen Vordersträngen und Wirbelkörpern reizt.

Dieses Experiment bestätigt sich also nicht. Aber wenn es auch so wäre, wie v. D. angiebt, so würde es nicht beweisend sein. Denn die Spitze der Borste oder der Nadel, welche bei diesem Versuche unseren Blicken entzogen ist, kann eben so wohl die vorderen Nervenwurzeln, wie die vorderen Stränge ausschliesslich berühren, wenn sie hin und her bewegt wird. — Im besten Falle also wissen wir nicht, woher die Muskelbewegungen abzuleiten sind, ob vom Reiz der vorderen Nervenwurzeln, oder der vorderen Stränge. Dies Experiment hat also kein Gewicht.

VIII. „Köpft man einen Frosch zwischen dem 2ten und 3ten Wirbel, nimmt die Eingeweide fort, präparirt vorsichtig die Wirbelsäule um das Rückenmark herum am vorderen oder hinteren Körpertheile weg, und reizt sanft die Hinterstränge, so wird dies keinen Druck auf die Vorderstränge bewirken, (da sie frei liegen, und also ausweichen können) und es wird keine Muskelbewegung entstehen; diese aber wird eintreten, wenn man sanft die Vorderstränge reizt."

Auch die Wiederholung dieses Experiments ergab uns keineswegs stringente Resultate. Es entstanden Bewegungen, die Hinterstränge oder Vorderstränge mochten gereizt werden; nur waren sie stärker bei Reizung der letzteren. — Aus einer Anmerkung van Deen's, p. 16., schliessen wir, dass auch seine Versuche nicht so stringente Resultate gaben. Denn

v. D. sagt: macht man die Reizung der Hinterstränge nicht „très doucement,“ so entstehe Reflexbewegung (mouvement de réflexion artificiel). — Indess es ist zu bedenken, dass eine Berührung der Hinterstränge stets Reflexbewegung erregen muss, wenn sie nicht zu leise war, sondern wirklich als Reiz bestand; — war sie das letztere nicht, so ist es eben so gut, als sei gar kein Versuch gemacht worden. — Und berührt man die Vorderstränge, so kann man nicht wissen, ob nicht vordere Nervenwurzeln mit gereizt wurden. Denn hat man zufällig einen Vorderstrang berührt, ohne vordere Wurzeln zu reizen, so entsteht nicht nothwendig Bewegung darnach, falls die Berührung sehr leise geschah. — Denn ist sie nicht ein Reiz, so wird ihr keine Reaction folgen und es wird dasselbe sein, als wenn sie gar nicht gemacht worden wäre.

Wir übergehen einige Modificationen dieses Versuchs, die p. 16. und 17. van Deen vorschlägt. Die Resultate laufen auf dasselbe hinaus. — Wir müssen also auch diesen Versuch als unentscheidend betrachten.

IX. „Nimmt man einem Frosche die Eingeweide fort, entfernt rasch die Wirbelkörper, und trennt die vorderen Stränge von den hinteren*), vom 4ten Wirbel bis zum 6ten, so beobachtet man, wenn das Thier auf den Boden gelegt wird, keine Bewegung der Hinterpfoten, selbst nicht nach einem Reize, wiewohl man sehen kann, dass die Empfindung in den Hinterpfoten noch sehr lebhaft ist. — Denn berührt man die paralysirten Hinterpfoten irgendwo mit einem Tropfen concentriter Schwefelsäure, oder bringt einen anderweiten heftigen Reiz auf dieselben an, so zeigen die alsbald erfolgenden ausserordentlich heftigen Bewegungen des Kopfes und der Vorderpfoten die bedeutende Schmerzempfindung an. — Noch mehr: die so in grosser Ausdehnung von den vorderen getrenn-

---

*) Die Vorderstränge werden gänzlich weggeschnitten, nicht blos durch einen Einstich von den Hintersträngen separirt.

ten Hinterstränge können noch eine grosse Reflexkraft ausüben. — Denn köpft man einen so präparirten Frosch, und bringt einen Tropfen Schwefelsäure auf die Hinterpfoten, so entstehen sogleich Reflexbewegungen in den Vorderpfoten, nicht aber in den Hinterpfoten. Beweis, dass Empfindung vollkommen in den Hintersträngen bestand, und die Bewegungskraft im unteren Rückenmarkstheile erloschen war, in Folge der Entfernung (enlèvement) der Vorderstränge.“

Diesen Versuch haben wir vollkommen richtig gefunden; aber die daraus gezogenen Schlüsse sind wiederum nicht genau und darum nicht richtig. — Denn mit Entfernung (enlèvement) der vorderen Stränge mussten nothwendig auch alle die vorderen Wurzeln zwischen dem 4ten und 6ten Wirbel weggeschnitten, und ausser Verbindung mit dem Rückenmarke gesetzt werden. — Es sind dies aber die meisten motorischen Wurzeln für die Hinterpfoten. Darum wirkt dieser Versuch also nicht anders, als die blose Durchschneidung der vorderen Wurzeln für die Nerven der Hinterpfoten, ohne Verletzung der Vorderstränge des Rückenmarks*). — Alles, was van Deen also über Bewegung aus diesem Versuche schliesst, ist unrichtig, während das über Empfindung Geschlossene richtig ist; d. h. die hintern Stränge, nebst der hinteren grauen Substanz, sind fähig das Gefühl zu leiten auch ohne Vorhandensein der Vorderstränge; van Deen unterscheidet freilich noch nicht zwischen den Functionen der hinteren grauen und hinteren Marksubstanz.

X. „Oeffnet man den Wirbelcanal von hinten, vom 3ten bis zum 6ten Wirbel, und trennt durch ein zweischneidiges schmales Messerchen die Hinter- und Vorderstränge, so wird, während man das Instrument im Rückenmarke stecken lässt, die Reizung der über ihm befindlichen (hinteren) Stränge nicht die mindeste Muskelbewegung erzeugen; schneidet man die

---

*) Diesen Einwurf macht sich van Deen auch selbst, p. 20.

Hinterstränge vom 4ten bis 6ten Wirbel durch, und reizt die Vorderstränge von hinten her, so entstehen Muskelbewegungen, (aber man kann durch Reizung oder vorsichtiges Einschneiden der grauen Substanz allein nicht eine einzige Bewegung hervorrufen); legt man dann das Thier auf die Erde, so bleibt es gewöhnlich 10 bis 25 Minuten unbeweglich, aber alsdann bewegt es sich mit den Vorderpfoten sowohl, wie mit den Hinterpfoten; es fängt sogar zu hüpfen an, wennn auch weniger kräftig als im unversehrten Zustande. — Bringt man einen Tropfen Schwefelsäure auf die Hinterpfoten, so giebt das Thier keine Schmerzensäusserung davon zu erkennen; und wenn man ihm den Kopf abgeschnitten hat, so kann man durch solche starke Reizung der Hinterpfoten keine Reflexbewegung hervorrufen. Diese Versuche beweisen dasselbe, wie der vorhergehende Versuch IX; noch mehr aber thun das andere interessante Experimente, die damit in Parallele gesezt worden sind; ich habe nämlich die Partie des Rückenmarkes, von welcher die Hinterstränge abgeschnitten waren, der Länge nach in der Mittellinie getheilt, und dennoch bewegte sich das Thier noch 10 bis 25 Minuten fast eben so gut, als vor dieser Operation, einzig nur mittelst seiner gespaltenen Vorderstränge, von denen die hinteren abgetrennt waren. — Ich habe sogar von diesen beiden Vordersträngen einen abgeschnitten, und trotz dem sah ich das Thier mittelst des einen übrig gebliebenen Vorderstrangs sich bewegen."

Durch diesen Versuch will also VAN DEEN beweisen, dass zur Bewegung nur die vorderen Stränge in Verbindung mit den vorderen Wurzeln der Nerven, ohne Hinterstränge und hintere Wurzeln, nothwendig sind; — und ferner, dass die vordere graue Substanz mit der Bewegung nichts zu schaffen habe, indem sie gereizt werden könne, ohne dass Bewegung hervorgerufen würde. — Wir haben diesen Versuch bei vielfachen Wiederholungen nicht von den Resultaten begleitet gefunden, wie sie VAN DEEN angiebt. — Zwar entstehen keine

Bewegungen bei sehr leiser Reizung der Hinterstränge, wie leicht erklärlich ist; denn durch das zwischengelegte Messerchen ist ihre Verbindung mit den Vordersträngen und vorderen Nervenwurzeln aufgehoben. — Aber durch ausschliessliche Reizung der grauen Substanz, die mit den Vordersträngen in Verbindung steht, haben wir stets Bewegungen erzeugt, im strengsten Widerspruch mit van Deen's Angabe. — Dass durch Reizung der vorderen Stränge, von der hinteren (oberen) Fläche her, Bewegungen entstehen, ist ganz richtig, und durch die gleichzeitig mittelbar mitgereizten vorderen Nervenwurzeln erklärlich, wie wir das oben bereits mehrfach auseinandergesetzt haben*).

Die Behauptung van Deen's aber, dass die Frösche nach weggenommenen Hintersträngen wieder gehüpft hätten, haben wir nicht bestätigt gefunden. Bei den vielfach wiederholten Versuchen haben wir gefunden, dass: wenn die Hinterstränge nebst den Insertionen der hinteren Nervenwurzeln für die Hinterpfoten weggenommen sind, jedes Hüpfen ein Ende hat. Die Bewegungen mit den Hinterpfoten gehen alsdann nur sehr unvollkommen von Statten. — Man sieht, wie mit gröster Anstrengung der Frosch die Hinterpfoten anzuziehen sucht, es gelingt ihm aber nicht gehörig, wiewohl die Muskelcontractionen durch den Willenseinfluss ganz evident erscheinen, ohne aber fähig zu sein, den Körper vorwärts zu stossen oder zu schieben.

Wir können uns diese abweichende Angabe v. Deen's nur dadurch erklären, dass derselbe zu wenig von den Hintersträngen weggenommen hat, wodurch in der vorderen grauen

---

*) Man könnte uns einwenden, dass wir durch Reizung der grauen Substanz ebenfalls die vorderen Nervenwurzeln mittelbar mechanisch mitgereizt hätten. — Wir geben das nicht zu; aber gesetzt auch, wir gäben es zu, so bedeutet das weiter nichts, als dass wir diese Methode des Versuchs nicht für eine entscheidende und also nicht für eine passende halten.

Substanz eine nur geringe oder gar keine Störung veranlasst wurde, daher solche fähig blieb, den Willen gehörig auf die Vorderstränge und vorderen Nervenwurzeln wirken zu lassen. — Gänzliche Entfernung der hinteren (weissen und) grauen Substanz von der vorderen grauen, stört die Funktion der letztern zu bedeutend, um noch so energische Bewegungen zu vermitteln, wie v. D. es angiebt.

Auch müssen wir demjenigen widersprechen, was v. D. von der Bewegung nach Längstheilung der vorderen Stränge in der Mittellinie sagt. — Wir sehen hiernach zwar Bewegungen, sehr unvollkommene, aber niemals sahen wir eine Fortbewegung des Körpers mittelst der Hinterpfoten. Und gar, wenn nur noch ein Vorderstrang vorhanden war! Hiernach war an eine Fortbewegung noch weniger zu denken, indem nur sehr unbedeutende Bewegungen mittelst der einen Hinterpfote noch möglich waren.

Was aus diesem Versuche zu schliessen wäre, ist etwa Folgendes: nach weggenommener hinterer weisser und grauer Substanz, können noch Bewegungen mittelst der vorderen grauen Substanz in den Vordersträngen, vollzogen werden, falls sie mit den motorischen Nerven in unversehrter Verbindung sind. — Die Bewegungen aber sind viel schwächer und unvollkommener als vor der Verletzung — und darum ist dieser Versuch nicht geeignet ein bestimmtes Urtheil über die Functionen der einzelnen Rückenmarkstheile zu fällen.

Dieses fühlte denn auch van Deen selbst, wie aus den p. 20 gemachten Aeusserungen desselben erhellt, und darum suchte er durch anderweite Experimente reinere und sichere Resultate zu erreichen.

XI. „Oeffnet man einem Frosche den Wirbelcanal von hinten her in der Gegend des 3ten Wirbels, bringt ein schmales Messerchen zwischen Vorder- und Hinterstränge, schneidet alsdann die Vorderstränge durch, und legt das Thier auf die Erde nieder, so nimmt es eine solche Lage an, dass man

nicht glauben sollte, es sei irgendwo gelähmt. — Es zieht die Hinterpfoten an den Leib, und die Vorderpfoten sind wie im unversehrten Zustande. — Reizt man die Hinterpfoten, so bewegt sie das Thier in verschiedener Art, und zieht sich mittelst seiner Vorderpfoten vorwärts, so, dass es sich oft eine ziemliche Strecke weit von dem Orte, wo man es hingesetzt hatte, entfernt, und man glaubt, nach Durchschneidung der Vorderstränge sei die Bewegungskraft aller Theile unter dem Schnitt nicht erloschen. Und doch ist das der Fall. Die Bewegungen der Hinterpfoten sind nur Reflexbewegungen, nicht willkürliche; und ein Frosch, dem man an der bezeichneten Stelle das Rückenmark gänzlich durchschneidet, zeigt dieselben Bewegungen."

Es ist dieses Experiment vollkommen richtig, vorausgesetzt, das die vordere Hälfte des Rückenmarks, also vordere graue Substanz und Vorderstränge durchschnitten wurden. — In Bezug auf dessen Beweiskraft, lässt sich aber weiter nichts als Folgendes daraus schliessen: Durchschneidung der vorderen grauen und weissen Substanz hemmt den Einfluss des Willens auf alle unter dem Durchschnitt gelegenen Theile des Rückenmarks. — Der Willenseinfluss kommt also nur durch die vordere Hälfte des Rückenmarks zur Aeusserung*). (Wir werden sehen, dass es vorzugsweise durch die vordere graue Substanz geschieht; man vergleiche auch unsere Abhandlung bei Roser und Wunderlich, l. c.) — Dieses ist aber ein sehr wichtiger Schluss; nur geht aus van Deen's Versuch noch immer nicht hervor, ob die vorderen Stränge motorisch seien.

Was nun die Fähigkeit der unversehrten hinteren Stränge betrifft, die Empfindungen vom unteren Theile des Rückenmarks nach oben fortzupflanzen, so giebt van Deen, p. 24. 25,

*) Wir sagen nicht, dass der Wille blos auf die Vorderstränge und vordere graue Substanz wirke. Genauer hierüber weiter unten.

sehr richtig an, dass „nach Reizung der Hinterpfoten, sich fast der ganze Körper des Frosches in Bewegung setzt, dass aber nach nicht zu starker Reizung der Vorderpfoten, diese und der Kopf alle Zeichen des empfundenen Schmerzes zeigen, und bei dem Streben zur Flucht alle Theile über der Verletzung des Rückenmarks bewegt werden, nicht aber die Hinterpfoten. — Dagegen bei dem Frosche, dem man das Rückenmark gänzlich queer durchgeschnitten hat, die Hinterpfoten gereizt werden können, ohne dass sich die darnach folgende Bewegung dem vorderen Körpertheile mittheilt, wenn gleich bei einer heftigen Erschütterung des ganzen Körpers durch starke Reflexbewegung der Hinterpfoten, wohl auch oft genug Bewegungen der Vorderpfoten entstehen, und dadurch der Anschein entsteht, als sei die Bewegung der Vorderpfoten eine Folge der Reizung der Hinterpfoten."

Durch diese, bei Anwendung schwacher Reize vollkommen richtigen Beobachtungen, die wir vielfach eben so gesehen haben, ist also gezeigt, dass die hintere Hälfte des Rückenmarks (also hintere weisse und graue Substanz) die Leitung der Empfindungen zum Gehirn vermittelt. — Wir werden später im Verlaufe dieser Schrift sehen, dass es eigentlich nur die hintere graue Substanz vermag.

XII. „Oeffnet man den Wirbelcanal von hinten in der Gegend des 3ten Wirbels, sticht eine Staarnadel zwischen Vorder- und Hinterstränge, und schneidet vorsichtig die hinteren Stränge durch, so behält das Thier alle seine Bewegungskraft in den unter dem Schnitt gelegenen Theilen, während die Empfindung in denselben geschwunden ist. Das Thier hüpft noch hiernach mit derselben Lebhaftigkeit, wie vorher, und sie ist weder in den Vorderpfoten noch in den Hinterpfoten verringert. Reizt man eine Hinterpfote, jedoch nicht zu stark, so bemerkt man, dass das Thier den Reiz nicht empfindet, während das in hohem Grade der Fall ist, wenn man eine Vorderzehe reizt, z. B. kneipt."

Diesen Versuch haben wir vollkommen richtig gefunden. Wir dürfen ihn als den interessantesten und wichtigsten der bis jetzt erörterten VAN DEEN'schen Versuche betrachten. — Nur ist Folgendes zu bemerken: Geht der queere Einschnitt in die Hinterstränge nur bis zur hinteren grauen Substanz, so ist es gerade so gut, als hätte man gar keine Verletzung gemacht; das Thier hüpft, wie ein unverletztes. Ging aber der Queerschnitt tiefer durch die hintere, oder gar in die vordere graue Substanz theilweise, so wird man einen grossen Unterschied in den Bewegungen von denen unversehrter Frösche bemerken. Die Hinterpfoten werden dann mit einer gewissen Schwerfälligkeit nachgeschleppt, es sind die Bewegungen langsamer, seltner, sie geschehen viel mühsamer.

Was beweist aber dieser Versuch? Nichts anderes, als: Je weniger das Rückenmark über den vorderen Nervenwurzeln verletzt ist, desto besser gehen die Bewegungen von Statten, je näher die Verletzung des Rückenmarks zu den vorderen Wurzeln dringt, desto mehr wird die Funktion derselben, nämlich die Muskeln zu Contractionen zu veranlassen, beeinträchtigt, vermindert. Wir haben bereits erwähnt, welcher Theil des Rückenmarks der Haupt-Hebel für die Action der vorderen Nervenwurzeln ist. — Geht der Queerschnitt aber auch nur durch die hintere graue Substanz bis zur vorderen, so wird letztere dennoch dadurch einigermaassen beeinträchtigt, und daher erklären sich die schwächeren Bewegungen.

Was aber VAN DEEN's Behauptung über die Empfindung betrifft, so ist diese wiederum nur in einem Falle richtig. Wenn der Queerschnitt durch die hintere graue Substanz drang, so ist die Empfindung erloschen in allen Theilen unter dem Schnitt. — Liess aber der Schnitt die hintere graue Substanz unverletzt, und trennte nur die hintere Marksubstanz (die eigentlichen Hinterstränge) so besteht die Empfindung der Theile unter dem Schnitte fort. — Daher hat auch VAN DEEN später seine Behauptung zurückgenommen (second supplément, p. 166.

167), und anerkannt, dass nach blosser Durchschneidung der Hinterstränge, ohne Trennung der hinteren grauen Substanz die Empfindung der Hinterpfoten nicht erloschen sei.

XIII. „Oeffnet man den Wirbelcanal vom 3ten Wirbel bis zum Steissbein, und schneidet die hinteren Wurzeln für die Nerven beider Hinterpfoten durch, so wird man sehen, dass das Thier sich beinahe eben so gut, wie vorher, bewegen kann. — Wenn man hiernach in der Gegend des 3ten Wirbels die Vorderstränge des Rückenmarks durchschneidet, so wird jede Bewegung der Hinterpfoten schwinden, und weder durch Reizung der Vorderpfoten, noch der Hinterpfoten selbst hervorgerufen werden können."

Dieser Versuch ist ganz richtig, mit der einzigen Ausnahme, dass die Bewegungen der Hinterpfoten nach Durchschneidung der hinteren Nervenwurzeln mehr, als van Deen angiebt, vom gewöhnlichen Zustande abweichen. Wir haben darüber an andern Orte*) schon gesprochen, und überheben uns hier weiterer Erörterungen. — Es lässt sich aus diesem Versuche aber durchaus kein andrer Schluss ziehen, als aus dem Versuch XI., und derselbe erscheint daher als überflüssig.

XIV. „Oeffnet man den Wirbelcanal, und schneidet die hinteren Wurzeln für die Nerven der einen Hinterpfote durch, und nicht die der andern; macht man alsdann an den Vordersträngen dieselbe Verletzung, wie in dem Versuch XIII., so sieht man deutlich, dass die willkürliche Bewegung in beiden Hinterpfoten verschwunden ist, dagegen die Reflexbewegung beider Hinterpfoten nur durch Reizung derjenigen Hinterpfote erweckt werden kann, deren Empfindungsnerven noch mit dem Rückenmarke in Verbindung stehen."

Auch dieser Versuch ist richtig; aber zum Theil eben so überflüssig, als der vorhergehende, wovon er eine Modification ist. — Er beweist nur, dass — was bekannt war —

---

*) Archiv f. d. physiol. Heilkde v. Roser u. Wunderlich, l. c.

die hinteren Nervenwurzeln nothwendig sind zur Erregung von Reflexbewegung in Folge auf die Peripherie des Körpers angewandter Reize; und ferner — was bereits eben so bekannt war — dass der Willenseinfluss durch die vordere Hälfte des Rückenmarks (vordere graue Substanz) auf die motorischen Nervenwurzeln vermittelt wird. — Die Lähmung der Hinterpfoten in dem Versuch XIII. erklärt sich daher aus der Abwesenheit jedes Reizes auf die motorischen Wurzeln; einestheils fehlt der Willensreiz, da die vordere graue und weisse Substanz durchgeschnitten ist, anderntheils fehlt die Reizung oder Erregung der sensitiven Nerven, von der Peripherie her, da die hinteren Nervenwurzeln durchgeschnitten worden waren. — Darum ist, wie sich von selbst versteht, noch nicht die Fähigkeit des Rückenmarks unterhalb jener Verletzungen aufgehoben, die motorischen Nervenwurzeln zur Action zu bewegen. Es bedarf dazu nur eines Reizes, eines Antriebs. — Reizt man also mit einer Nadelspitze das Rückenmark irgendwo unterhalb jenes Queerschnitts durch die Vorderstränge, so entstehen allerdings Bewegungen.

XV. „Oeffnet man den Wirbelcanal, und schneidet die vorderen Wurzeln für die Nerven der Hinterpfoten durch, so hat das Thier jede Bewegung der Hinterpfoten verloren, aber das Gefühl in denselben besteht unversehrt fort (Bell's Lehrsatz). — Schneidet man hiernach die Hinterstränge in der Gegend des 3ten Wirbels durch, so bemerkt man nicht das mindeste Gefühl mehr in den Hinterpfoten; es ist sogar unmöglich durch Reizung der Hinterpfoten die geringste Bewegung der Vorderpfoten hervorzurufen, mag nun das Thier noch Willenseinfluss auf diese Theile üben, oder letzterer durch Abschneiden des Kopfes hinter dem Trommelfell zerstört sein.“

Dieses Experiment ist nur in einem Falle richtig; nämlich wenn der Queerschnitt durch die Hinterstränge sich durch die ganze hintere graue Substanz erstreckte. — Während

die Bewegung in den Hinterpfoten nach Durchschneidung der vorderen Nervenwurzeln unwiederbringlich verloren ist, besteht in den Hinterpfoten die Empfindung fort, wenn der queere Schnitt durch die Hinterstränge nur letztere allein, und nicht zugleich die unterliegende graue Substanz trennte. Bei XII. haben wir bemerkt, dass van Deen später seinen Irrthum eingesehen, eingesehen, und selbst zurückgenommen hat.

Es beweist dies Experiment also weiter nichts, als das bekannte Bell'sche Axiom, dass die vorderen Nervenwurzeln die Bewegungen der Muskeln bedingen.

XVI. „Entfernt man die vorderen Wurzeln für die Nerven nur einer Hinterpfote, und nicht die der anderen, und durchschneidet hiernach an der früher bemerkten Stelle die hinteren Stränge des Rückenmarks, so wird das wirkliche Gefühl in allen Theilen unter dem Schnitt in den Hintersträngen zerstört sein; die willkürliche Bewegung wird nur in der Hinterpfote sein, deren vordere Nervenwurzeln nicht durchschnitten sind; die Reflexbewegung kann nur in dieser Hinterpfote hervorgerufen werden, während das Reflexgefühl noch in beiden besteht.“

Auch bei diesem Versuche ist es wiederum ein grosser Unterschied, ob nur die Hinterstränge, oder zugleich die hintere graue Substanz mit durchgeschnitten worden ist. Dort besteht das wirkliche Gefühl fort, hier ist es verschwunden, wie bereits erörtert. — Das Uebrige erklärt sich von selbst und ist nur modificirte Wiederholung des Früheren. — Iedenfalls ist sehr interessant zu sehen, wie Reizung der gelähmten Hinterpfote Bewegung der andern hervorruft, deren vordere Nervenwurzeln noch unzertrennt sind. Diese Bewegung dauert fort, auch wenn der Kopf, also der Willenseinfluss, entfernt ist. — Hierdurch wird die Existenz des sogenannten Reflexgefühls in beiden Hinterpfoten bewiesen.

XVII. „Um einen schlagenden Beweis zu geben, dass die willkührliche Bewegung vom Gehirn aus nur durch die Vorderstränge geleitet wird, und dass das Gefühl blos durch die Hinterstränge, nicht erst in queerer Richtung von den Vordersträngen zu den Hintersträngen, dem Gehirne zugeführt wird, theile ich zuletzt noch folgenden Versuch mit: wiederholt man den Versuch XI., nämlich, öffnet man den Wirbelcanal, schneidet die Vorderstränge in der Gegend des 3ten Wirbels durch, ohne die Hinterstränge zu verletzen; lässt man hiernach das Thier eine Zeit lang ruhen; hält es dann hinter den Vorderpfoten mit zwei Fingern der linken Hand, ohne die Brusthöhle stark zusammenzudrücken; schneidet man alsdann kleine Stückchen von den Vorderpfoten ab, so wird das Thier heftigen Schmerz durch starke Bewegungen des Kopfs und aller Theile vor dem Schnitte in die Vorderstränge zeigen, aber man wird nicht die mindeste Bewegung in den Hinterpfoten bemerken, weder willkürliche, noch Reflex-Bewegung, selbst nicht, wenn man nach und nach den Kopf und das Gehirn wegschneidet, und die medulla oblongata verletzt, oder reizt.“

Dieser Versuch ist nur unter einer Bedingung richtig, wenn nämlich nicht blos die Vorderstränge, sondern zugleich die graue vordere Substanz auf beiden Seiten durchgeschnitten wurden. — Folgt man aber genau der Vorschrift VAN DEEN's und durchschneidet blos die Vorderstränge, ohne die vordere graue Substanz, so ist der Versuch von ganz entgegengesetzten Resultaten begleitet; es bleibt alsdann die willkürliche Bewegung und die Reflexbewegung. Wir verweisen auf unsere mehrerwähnte Abhandlung in Roser's und Wunderlich's Archiv l. c.

Aus den vorhergehenden Versuchen zieht VAN DEEN, p. 31. und ff. die Schlüsse:

I. Dass die Hinterstränge des Rückenmarks ausschliesslich für das Gefühl bestimmt seien; dass ohne sie keine Empfindung zum Gehirne geleitet werde.

II. Dass die vorderen Stränge ausschliesslich für die Bewegung bestimmt seien; dass ohne sie die Action zur Bewegung in den vorderen Nervenwurzeln mittelst des Willens nicht angeregt würde.

Beide Schlüsse aber sind nicht richtig, weil VAN DEEN bei diesen Versuchen noch nicht die Verschiedenheit der Function in weisser und grauer Substanz kannte. — Den ersten Schlusssatz nimmt aber VAN DEEN nach späteren Versuchen selbst zurück. — Wie wir bereits an anderm mehr bezeichnetem Orte dargelegt haben, sind die Hinterstränge als Continuum nicht nothwendig zur Leitung der Eindrücke zum Gehirn. — Das bewirkt nur die hintere graue Substanz; VAN DEEN hat dies unabhängig von Anderer Untersuchungen gefunden, so wie wir dieses Factum kannten, bevor seine zweite Abhandlung veröffentlicht war.

Aber durch unsere Versuche, die wir im 1ten Hefte des genannten Archivs mitgetheilt haben, ist es über allen Zweifel erhoben, dass auch die Vorderstränge nicht ursprünglich den Bewegungs-Antrieb vom Gehirne empfangen, und zu den vorderen Nervenwurzeln leiten; vielmehr haben wir gesehen, dass vorzugsweise die vordere graue Substanz es ist, welche den Willen vom Gehirne empfängt, weiter leitet, und an jedem Punkte, wo sie an die Vorderstränge grenzt, auf letztere den Eindruck weiter pflanzt, und dass diese erst die erhaltene Impression den motorischen Nervenwurzeln übertragen.*) — Die übrigen dieser Abhand-

---

*) In seinen neuesten Mittheilungen, p. 181., second supplément, theilt VAN DEEN zwar eine Bemerkung mit, die unsrer Behauptung widerspricht: „On ne peut par dire, que le cerveau opére directement sur la substance grise de la moëlle épinière, et par cette substance seule indirectement sur les fibrilles centrifuges, car si c'était le cas, alors une grenouille devrait encore pouvoir faire des mouvements volontaires avec ses pattes de derrière, quand la substance blanche antérieure serait seule entièrement tranchée, et ce n'est pourtant pas le cas.“ Indessen sprechen unsere Experimente

lung von p. 32 — 37 noch angehängten Bemerkungen beziehen sich auf einige Vorsichtsmassregeln bei den genannten Versuchen. Die hauptsächlichsten sind: 1) Man darf nie aus einem einzelnen Versuche schliessen, sondern muss immer mehrere gleiche anstellen. 2) Bei dem Durchschnitt der einzelnen Stränge muss man sehr genau zu Werke gehen, nicht zu wenig, nicht zu viel durchschneiden. 3) Nach dem Versuche darf man nicht unmittelbar die Resultate erwarten. Man muss dem Thiere erst Erholung gönnen, und erst dann aus den Erscheinungen folgern. 4) Die Reize darf man nie zu rasch nach einander anwenden, sondern immer in längeren Zwischenräumen nach einander. 5) Bei Anwendung der Schwefelsäure als Reizmittel, braucht man nur den damit befeuchteten Stöpsel des Gefässes, nicht einen ganzen Tropfen, mit dem zu reizenden Theile in Berührung zu bringen; auch muss man diesen starken Reiz erst versuchen, nachdem man schwächere, z. B. Kneipen, Drücken etc. schon angewendet hat.

Alle diese Vorsichtsmaassregeln sind sehr zu beherzigen. — Was v. Deen noch über Anwendung des Galvanismus auf das Rückenmark von Fröschen sagt, um die Function seiner einzelnen Theile zu eruiren, so legt van Deen selbst, mit vollem Rechte, keinen Werth darauf. Daher wir uns auch nur mit deren Erwähnung begnügen.

---

mehr als alle Worte, und wir zweifen nicht, dass van Deen sich von der Wahrheit unsrer Behauptung bei sorgfältiger Wiederholung unsrer Versuche überzeugen wird.

B.

Van Deen's zweite Abhandlung.

Découvertes récentes sur les propriétés de la moëlle épinière spécialement sur la circulation de nerfs (circulatio nervea) observée dans cet organe.

Durch diese Abhandlung, sagt van Deen, sollen die Versuche der vorhergehenden befestigt, und die wichtige Entdeckung mitgetheilt werden, dass im Rückenmarke eine Circulation des Nervenprinzips (circulation de nerfs, circulatio nervea) existirt. — Die Abhandlung ist in zwei Abtheilungen getheilt.

Erste Abtheilung.

Befestigung der Lehre Bell's über die vorderen und hinteren Stränge des Rückenmarks.

Nach einer kurzen Einleitung, in welcher der Versuche Backer's*) gedacht, und über Bell's, Marschall Hall's und I. Müller's Ansichten eine kurze Betrachtung ohne streng historischen Zusammenhang angestellt wird, geht van Deen zu einer Reihe von Versuchen über, in welchen er durch die Wirkung des Strychnin's von unverletzten Theilen des Rückenmarks aus auf solche Theile dieses Organs, in denen die Blutcirculation aufgehoben ist, in welche also das Gift mittelst des Blutes angeblich nicht gelangen kann, die eigentliche

---

*) Backer schnitt schon 1830 Hunden die vorderen Rückenmarksstränge durch, und vergiftete sie mit nux vomica. Es entstand blos in den vor dem Schnitt gelegenen Theilen Tetanus. — Andern Hunden schnitt er das Rückenmark ganz durch, und nach nux vomica entstand Tetanus in allen Theilen vor und hinter dem Durchschnitt. — Backer vermuthete, dass in den ersten Fällen eine zu schwache Dosis des Gifts gegeben worden sei. — Wir werden später zeigen, wie das Strychnin wirkt, und wie alle diese und andre Versuche beurtheilt werden müssen.

Function der einzelnen Rückenmarkstheile zu sehen vermeint. — Das Strychnin nämlich, meint VAN DEEN, verursacht im Rückenmark einen Krampf oder eine heftige Bewegung („cause un mouvement violent ou une crampe dans la moëlle épinière“ p. 53.). — Nun kommt es also darauf an, aufzufinden, welche Theile des Rückenmarks diesen Krampf (sit venia verbo) fortleiten, — welche ihn nicht fortleiten. — Diejenigen Theile des Rückenmarks, die ihn zu den motorischen Nerven fortpflanzen, müssen demnach motorisch sein, diejenigen, die ihn nicht fortpflanzen, sind nicht motorisch. — Mit andern Worten also: kann durch Vergiftung des Frosches Tetanus erzeugt werden, nachdem gewisse Theile des Rückenmarks durchgeschnitten oder weggeschnitten sind, so müssen die letzteren Theile nicht nothwendig sein zur Erzeugung der Bewegung. — Kann aber, nach Entfernung andrer Theile, kein Tetanus erzeugt werden, so sind es wiederum diese Theile, welche zur Bewegung nothwendig sind. — Es giebt also zwei Wege, um die Theile kennen zu lernen, welche zur Erzeugung des Tetanus, respective der Bewegung überhaupt, nothwendig sind: a) man schneidet die nicht nothwendigen Theile weg; b) man schneidet die nothwendigen weg; die Resultate beider Arten von Versuchen müssen dann zuletzt an einem Punkte zusammentreffen. So erhält man die Sicherheit über die die Bewegung vermittelnden Theile; über die Empfindung kommt man in's Klare ebenfalls auf dem Wege der Ausschliessung, oder der directern Reizung, wie wir später sehen werden.*)

Enthalten wir uns nun vorläufig eines Urtheils über die Wahrheit oder Unwahrheit dieses Princips. — Möge diese aus der Folge selbst erhellen; und gehen wir sogleich zur

---

*) Wir haben diese von VAN DEEN nicht gegebene Einleitung zu besserer Verständigung des Folgenden mittheilen zu müssen geglaubt. Der Leser erhält dadurch den richtigen Standpunkt zur Erklärung und Beurtheilung.

Mittheilung der van Deen'schen Versuche, und der Beurtheilung eines jeden Einzelnen.

I. Oeffnet man einem Frosche die Bauchhöhle, von hinten und unten her, löst man alle Eingeweide ab bis hinauf zum 2ten Wirbel, zerstört man alle Gefässe dergestalt, dass vom 2ten Wirbel an bis zur unteren Partie des Bauches man nichts weiter sieht, als die Knochen, Muskeln, und Nerven für die Hinterpfoten (welche ganz geschont werden müssen), öffnet man hierauf den Wirbelcanal von vorn in der Gegend des 3ten Wirbels, und schneidet die Vorderstränge queer durch, (s. Fig. 12) zerstört man alsdann sehr sorgfältig alle Blutgefässe welche im Wirbelcanal zwischen vorderer und hinterer Rückenmarkshälfte noch in Verbindung sind (was geschieht, indem man vorsichtig alle Gefässe neben dem Rückenmark, an der Stelle seiner Durchschneidung innerhalb des Wirbelcanals, zerstört und die Muskeln etc. bis zur Wirbelsäule hin durchschneidet, dergestalt, dass die vordere Körperhälfte mit der hinteren nur durch die hinteren Stränge des Rückenmarks und die Wirbelsäule verbunden ist), — bringt man alsdann in die Mundhöhle des Frosches einen oder zwei Tropfen einer concentrirten Auflösung von essigsaurem Strychnin, so beobachtet man nach einigen Minuten folgende Erscheinungen: es entsteht Tetanus in allen vor dem Queerschnitt durch die Vorderstränge gelegenen Theilen, und nicht in den hinter demselben gelegenen. — Wenn man, nachdem die Krämpfe sich vermindert haben, die Hinterpfoten berührt, sei es noch so leise, so entsteht Reflexbewegung in den hinteren Körpertheilen und Tetanus in den vorderen. — Reizt man die Vorderpfoten, den Kopf, oder irgend einen andern vor dem Schnitt in die Vorderstränge des Rückenmarks gelegenen Theil, sei es durch leise Berührung, oder auf andre Weise, so entsteht Tetanus in diesen Theilen, aber man wird nicht die mindeste Bewegung in den Hinterpfoten bemerken."

Wir haben dieses Experiment an einer sehr grossen An-

zahl von Fröschen wiederholt, und, mit wenigen Ausnahmen, gefunden, dass, wenn man den Frosch nach der Vergiftung auf die Bauchseite legt*), so dass er bis zum Eintritt der Vergiftungserscheinungen also eine ruhige sitzende Stellung behält, die von VAN DEEN angegebnen Resultate im Allgemeinen vollkommen richtig sind. — Es entsteht nach kürzerer oder längerer Zeit Tetanus in allen vor dem Schnitte in die Vorderstränge des Rückenmarks**) gelegenen Theilen, während die hinter demselben gelegenen ganz ruhig bleiben.

Reizt man nun, nach dem Aufhören der Krämpfe die vorderen Theile, z. B. durch leise Berührung einer Vorderzehe, oder des Kopfes mit der Spitze einer Nadel, so wiederholt sich der Tetanus vorn, aber die Hinterpfoten bleiben unbewegt. — Reizt man die Hinterpfoten, nach einigen Intervallen, so entsteht in ihnen Reflexbewegung, und gewöhnlich zugleich Tetanus der vorderen Theile. — Oft aber sieht man, — und diese Erfahrung haben wir durch eine grosse Anzahl von Versuchen über allen Zweifel gehoben, — durch Reizung der Hinterpfoten Reflexbewegung in diesen entstehen, ohne gleichzeitig Tetanus der vorderen Theile dadurch zu erzeugen, und eben so oft sieht man durch Reitzung der Hinterpfote Tetanus der vorderen Theile entstehen, ohne dass Reflexbewegung der gereizten Hinterpfoten selbst erfolgt. Diese Phänomene hätten wir noch zu denen von VAN DEEN angeführten hinzuzufügen.

---

*) Wie wichtig dieser, von VAN DEEN nicht verlangte, Umstand ist, werden wir später sehen. VAN DEEN scheint nichts anders vorauszusetzen, als dass der Frosch nach dem Versuch in natürliche Stellung gebracht wird.

**) Es ist hier zugleich die vordere graue Substanz mit durchschnitten; wenigstens thaten wir dies, da VAN DEEN darüber nichts Specielleres bestimmt.

Die grosse Frage aber drängt sich uns nun auf, was dieser Versuch beweisen soll, und die eben so grosse Frage, was er eigentlich beweist.

Analysiren wir zuerst das Experiment selbst. Nach Durchschneidung der vorderen Hälfte des Rückenmarks, also vorderer weisser und grauer Substanz, hört jede willkürliche Bewegung der Hinterpfoten auf; in VAN DEEN's Sinne schliesst man also mit Recht: wenn die vorderen Stränge*) diejenigen Theile sind, durch welche die Bewegung vermittelt wird, vom Gehirne aus, so darf nach deren Trennung keine Bewegung in denen Theilen eintreten, welche ihre Nerven aus dem Rückenmarkstheile unterhalb des Queerschnitts durch die Vorderstränge empfangen, — wenn die Vorderstränge oberhalb des Durchschnitts in irgend eine Action versetzt werden, sei das nun durch den Willen, oder durch einen andern Reiz, wie z. B. hier in unserm Versuche durch Strychnin. — Dass der Willenseinfluss aufhört, nach genannter Durchschneidung auf die Hinterpfoten zu wirken, ist uns bekannt, darum nehmen wir an, die vordere Hälfte des Rückenmarks ist der vorzugsweise Leiter des Willenseinflusses, und wir haben in der erwähnten früheren Abhandlung gezeigt, dass das die vordere graue Substanz ist.

Wir schliessen ferner im Sinne VAN DEEN's: Ist die gegebene Voraussetzung richtig, und haben die Hinterstränge (hintere weisse und graue Substanz) keinen Antheil an der Fortleitung des Willenseinflusses zu den motorischen Wurzeln der Nerven, oder: leiten die Hinterstränge nicht die Veränderungen des Rückenmarkes durch welche Bewegung erzeugt wird, so darf kein Tetanus in den Hinterpfoten entstehen, in diesem Versuche, auch wenn die Hinterstränge durchaus un-

*) Der Kürze wegen verstehen wir vorläufig unter „Vorderstränge“ vordere weisse und graue Substanz des Rückenmarks, wo nicht ausdrücklich von uns beide besonders genannt werden.

verletzt, und also noch zur Ausübung ihrer Function im Stande sind. Denn, wenn wirklich Tetanus entstände, so würden auch die Hinterstränge als solche Theile betrachtet werden müssen, die entweder den Einfluss des Willens, oder jede andere Veränderung des Rückenmarks zur Erzeugung von Bewegung, von oben nach unten fortzuleiten im Stande seien.

Natürlich, müssen wir weiterhin in VAN DEEN's Sinne schliessen, kann hier nur von einer directen Nervenleitung, von einer directen Fortpflanzung des an einer Stelle des Rückenmarks durch das Strychnin erzeugten Krampfes*) die Rede sein, wenn durch die vorgeschriebene Art des Versuches jede Blutcirculation in dem unteren Theile des Rückenmarkes aufgehoben ist, so, dass das Gift nur in dem oberen Theile des Rückenmarks, mittelst des Blutes dorthin geführt, ursprünglich den Krampf, oder die heftige unwillkürliche Bewegung (den Tetanus) bewirkt, — während jede tetanische Bewegung, die durch die untere Hälfte des Rückenmarks bewirkt oder vermittelt wird, nicht als durch das vergiftete Blut entstanden angesehen werden kann. — Denn das Blut kann ja nicht mehr in den Theil des Rückenmarks unterhalb des Queerschnitts in die Vorderstränge gelangen; durch den Versuch wurde ja jede Blutzufuhr abgeschnitten; also: — entsteht Tetanus in den Hinterpfoten nach solchen Umständen, so entsteht er nur durch directe Nervenleitung, entsteht er nicht, so liefert das den Beweis, dass die directe Nervenleitung unterbrochen war.

Sind also die bisherigen Voraussetzungen richtig, so darf nach getrennten Vordersträngen in der Gegend des 3ten Wirbels und nach aufgehobener Blutcirculation in den unter dem Queerschnitte gelegenen Theilen des Rückenmarks kein Tetanus in den Hinterpfoten entstehen, während derselbe im Kopfe und den Vorderpfoten auftreten muss.

---

*) Wir werden über die Veränderungen des Rückenmarks bei dem Tetanus weiter unten reden.

Das Experiment I. van Deen's scheint diese Ansichten glänzend zu rechtfertigen. — Unter mehr als 40 Fröschen, an denen wir diesen Versuch wiederholt haben, sahen wir nur zwei Mal Tetanus in den Hinterpfoten entstehen, in allen übrigen Fällen sahen wir die nämlichen Resultate, wie van Deen sie angiebt. Deshalb würden wir die wenigen Ausnahmen um so lieber als Folge irgend eines Versehens bei dem Experimente betrachten*), und uns der van Deen'schen Ansicht gänzlich anschliessen, wenn nicht andere Umstände uns zu ganz anderen Gesichtspunkten und Resultaten geführt hätten.

Führen wir den Leser also gleich noch einmal zu dem Versuche I. van Deen's. Oeffnen wir einem Frosche die Bauchhöhle, indem wir zuerst mit einer Richter'schen Scheere die Insertionen der geraden Bauchmuskeln an den Schaambeinen durchschneiden, — wobei wir das unter diesen Muskeln auf dem Bauchfelle liegende grosse Gefäss torquiren, um einen einen unnützen Blutverlust zu verhüten, — und führen nun zu beiden Seiten der Wirbelsäule den Schnitt herauf bis zu den Schultern des Frosches durch Haut und Muskeln des Bauches. — Dabei verhüten wir mit aller Vorsicht jede anderweite Verletzung, namentlich der Lungen, oder der Blutgefässe und Nerven. — Bluten die durchschnittenen Venen an der Durchschnittsfläche über den Schaambeinen oder den Oberschenkeln, so torquire man sie. — Indem wir nun die Eingeweide des Bauches von der linken Seite der Wirbelkörper

*) Diese Versehen sind nicht so selten bei diesem Versuche, denn an und für sich ist das Experiment nicht leicht zu machen. Oft hängt an den Fingern des Versuchenden ein wenig Strychnin von vorhergegangenen Versuchen, und das kann von der Haut des Frosches aus eine allgemeine Vergiftung erzeugen. Oft fällt ein Tropfen des Giftes während der Versuche auf den Tisch an den Platz, auf den man später einen andern Frosch legt, und erzeugt dadurch Vergiftung von der Haut aus etc. Man bedarf also der grösten Vorsicht.

nach der rechten hin zurückschlagen, so dass die Wirbelkörper gehörig sichtbar sind, trennen wir mittelst einer feinen geraden Augenscheere auf der Mitte der Wirbelkörper der ganzen Länge nach das Peritonaeum von unten nach oben, bis zum 2ten Wirbel hin, torquiren alsdann den Stamm der Aorta in der Gegend des 6ten Wirbels, schneiden sie unterhalb der torquirten Stelle durch, und schieben nun die sämmtlichen Eingeweide nebst der Aorta von der linken nach der rechten Seite hin, indem wir alle Adhäsionen mit der Wirbelsäule etc. durch Gefässe, mit der Scheere zerschneiden. — Nun wird der Mastdarm etc. durchgeschnitten, und die ganze Masse der Eingeweide nach rechts und oben zurückgeschlagen, dergestalt, dass jetzt die ganze Wirbelsäule vom 2ten Wirbel an frei vor unsern Augen liegt, und die aus ihr hervorkommenden Nervenstämme für die Hinterpfoten auf beiden Seiten unverletzt sind. — Soll der Versuch bis jetzt noch als vollgültig angesehen werden, so darf kein Tropfen Blutes oder nur sehr wenig dabei verloren gegangen sein*), und der Frosch muss noch alle seine Lebhaftigkeit behalten haben. — Jetzt trennen wir mittelst einer knieförmig gebogenen feinen Augenscheere die Intervertebralligamente des 3ten Wirbels, und schneiden dann den Wirbelkörper selbst weg, so dass das Rückenmark an dieser Stelle entblöst ist. — Hierauf machen wir einen Queerschnitt durch die Muskelmassen des Rückens bis zu dem 3ten Wirbel hin, auf beiden Seiten, trennen die Rückenhaut queer durch, und schneiden alle Muskeln, die über dem Bogen des 3ten Wirbels liegen, hinweg, so, dass

---

*) Es gelingt bei Vorsicht und Geschicklichkeit vollkommen, diesen Versuch nach Vorschrift auszuführen. — Entstand eine starke Blutung aus den durchschnittenen Gefässen, wie das nicht selten vorkommt, indem die torquirten Enden sich aufdrehen, oder die Gefässe durch Unvorsichtigkeit des Experimentators verletzt werden, so kann der Versuch, wegen der dadurch erzeugten Erschöpfung des Thieres, nicht als vollgültig betrachtet werden. — Verlust geringerer Blutmengen jedoch kommen dabei nicht in Betracht.

der vordere Körpertheil des Frosches mit dem hinteren nur noch mittelst des Rückenmarks und des Wirbelbogens des 3ten Wirbels in Verbindung steht, und keine Gefässverbindung auf irgend einer Seite des 3ten Wirbels mehr den vorderen und hinteren Körpertheil verbindet. — Hiernach stechen wir die Spitze einer feinen geraden Augenscheere flach und queer durch die Dicke des Rückenmarks in der Gegend des 3ten Wirbels hindurch, dergestalt, dass die vordere Hälfte des Rückenmarks auf dem Scheerenblatt, die hintere Hälfte unter demselben liegt. — Nun schliessen wir die Scheerenblätter, und schneiden also die vordere Rückenmarkshälfte (vordere weisse und vordere graue Substanz) durch, zerstören ferner mittelst einer Staarnadel alle die Gefässe in dem Wirbelcanal zu beiden Seiten des Queerschnitts, und hinter den Hintersträngen mit der grösten Sorgsamkeit — und geben alsdann dem so behandelten Frosche einen oder zwei Tropfen einer Lösung von essigsaurem Strychnin, so haben wir alsdann vollkommen den Forderungen des Versuchs I. van Deen's entsprochen*).

Weichen wir aber nun von dem Verfahren van Deen's in einem, scheinbar nicht zur Sache gehörigen, Punkte ab, nämlich in der Lagerung des so operirten Frosches**), und legen wir ihn auf den Rücken, statt ihn auf die Pfoten und die Bauchseite zu setzen — so sehen wir nach Verlauf von einigen Minuten, wenn der Frosch sich von der sehr bedeutenden Verletzung ein wenig zu erholen anfängt, dass er

*) Wir geben mit Absicht unser Verfahren so umständlich an, denn van Deen's Beschreibung des Versuchs ist nicht hinreichend genau, und es ist zu wichtig, alle die Specialitäten und Schwierigkeiten des Versuches zu kennen, bevor man ihn wiederholt, und nach vielen vergeblichen Versuchen erst auf die Einzelnheiten aufmerksam wird.

**) Wenigstens spricht van Deen nicht, dass er den Frosch anders als auf den Bauch gelegt, und auf die vier Pfoten gesetzt habe.

zuerst rascher Luft einschluckt, dann wieder solche ausstösst, und das eine Zeit lang wiederholt. — Endlich wird die Respiration frequenter, und nach Verlauf von 10 bis 15 Minuten sehen wir einen urplötzlichen Ruck, einen Stoss, eine Bewegung, wie durch einen electrischen Schlag veranlasst, in sämmtlichen Theilen des Frosches, in den beiden Vorderpfoten und den beiden Hinterpfoten entstehen.

Gleich nachher ist Alles wieder ruhig, der Frosch fängt wieder an zu respiriren, oft spannen sich die Schwimmhäute beider Hinterpfoten etwas stärker, indem die Zehenspitzen mehr auseinandergespreizt werden, oder auch die Zehen der Vorderpfoten spreizen sich mehr auseinander; die Respiration wird endlich wieder beschleunigter, und mit einem Male, wie durch einen electrischen Schlag, entsteht jetzt ein allgemeiner Tetanus-Anfall in Vorder- und in beiden Hinterpfoten, wie bei einem durch Strychnin vergifteten Frosche, der durchaus unverletzt ist.

Dieser Tetanus-Anfall wiederholt sich von selbst, oder durch angebrachte Reize. — Berührt man hinten, so entsteht allgemeiner Tetanus, eben so als wenn man vorn berührt; kurz, die Erscheinungen sind der Art, dass man glauben sollte, das Rückenmark des vergifteten Frosches sei unverletzt.

Die Erscheinungen dieses Versuches haben wir in einer grossen Reihe von gleichen Experimenten stets bestätigt gesehen, und es kann hier nicht von einer Täuschung, oder einer Unrichtigkeit die Rede sein. — Wir sind auch überzeugt, dass sich ein Jeder von der Wahrheit desselben leicht überzeugen wird.

Also: Statt der von van Deen angegebenen Resultate, die an und für sich auch von uns als richtig bestätigt worden sind, erhalten wir ganz entgegengesetzte, wenn man das Thier auf den Rücken legt nach der Vergiftung, statt es auf die Bauchseite zu legen.

Dieses höchst überraschende Resultat führt uns aber zu einer wichtigen Reihe von Betrachtungen. Beide Facta sind richtig, unzweifelbar, die von VAN DEEN angeführten, wie die von uns entdeckten. — Vom grösten Interesse muss es also sein, durch die genauesten Untersuchungen zu erfahren, auf welche Weise, auf welchem Wege, sie entstehen, und hieraus muss sich ergeben, entweder dass die von VAN DEEN gegebenen Ansichten über die Function des Nervensystems unrichtig sind, oder dass die Voraussetzungen, auf welche er seine Versuche gegründet hat, auf Irrthum und Täuschung beruhen.

1. Beginnen wir mit der Untersuchung, ob es möglich ist, dass im Rückenmark, in dem jede Blutcirculation aufgehoben ist, eine organische Thätigkeit überhaupt, und eine Veränderung seiner Function insbesondre dergestalt bestehen kann, dass dadurch Tetanus hervorgerufen wird.

Wir haben über diese Fragen eine Reihe von ausgedehnten Untersuchungen angestellt, und hiervon wollen wir die wichtigsten jetzt mittheilen.

A. Wir schnitten einer grossen Anzahl von Fröschen den Bauch auf, und entfernten die sämmtlichen Eingeweide, Herz, Lungen, Magen, Gedärme, Leber, Geschlechtstheile u. s. w., und trugen nur Bedacht, die Nervenstämme für Vorder- und Hinterpfoten unverletzt zu erhalten. — In einem so behandelten Thiere konnte also von Blutcirculation nicht mehr die Rede sein. Liessen wir so behandelte Frösche frei, so hüpften sie mit der grösten Heftigkeit und Energie fort, und Niemand würde auf den ersten Blick geglaubt haben, dass in diesen Thieren die Blutcirculation aufgehoben sei, und alle Lebensprocesse, ausser denen des Nerven- und Muskelsystems.

Nachdem die Thiere einige Minuten umhergesprungen haben, bleiben sie eine Weile ruhig sitzen, springen aber sogleich weiter fort, wenn man sie reizt. — So dauert dies bei vielen eine halbe Stunde lang, bei andern kürzere, bei andern längere Zeit. — Im Allgemeinen aber werden eine halbe Stunde

nach der Operation, die Sprünge nach äusserem Reize viel schwächer; die Frösche, welche bis jetzt ihre Augen, wie unverletzte Frösche, weit offen gehalten hatten, verfielen in eine Art von Schlummersucht, ihre Augen schlossen sich, die Respirationsbewegungen des Mundes etc. wurden sehr selten, endlich erfolgten auch nach angebrachten Reizen keine Bewegungen mehr; bei vielen Fröschen sahen wir eine volle Stunde nach der Operation, nach Anwendung von Essigsäure auf irgend eine Stelle der Haut, noch mehr oder weniger starke Bewegungen, Reflexbewegungen, erfolgen, wobei die Thiere mit geschlossenen Augen ruhig liegen blieben, nicht mehr forthüpften; nach einiger Zeit starben sie, indem allmählig die Reactionen auf Reize immer geringer wurden. Länger als zwei Stunden nach der Operation haben wir bei keinem einzigen der so behandelten Frösche das Leben fortdauern sehen.

Aus diesen Thatsachen ziehen wir also den unbezweifelbaren Schluss: die Circulation des Blutes ist zur Forterhaltung, wie des Lebens, so auch der Nervenfunction nothwendig, jedoch kann das Nervensystem eine kurze Zeit lang, etwa $^1/_2$ bis 1 Stunde bei Fröschen, seine Thätigkeit auch ohne Blutcirculation ausüben*).

---

*) Wenn gleich nicht hierher gehörig, so mögen wir doch die Bemerkung nicht unterdrücken, dass wir aus diesen Thatsachen wichtige Folgerungen in Beziehung auf die Frage ziehen können: ob im abgetrennten Kopfe, wie bei Menschen nach der Enthauptung, noch Empfindung und Denkvermögen möglich sei. Wir möchten das mindestens nicht läugnen. — Ein Frosch ohne Eingeweide hat alle seine Sinne noch ziemlich lange nach dem Aufhören der Blutcirculation in seinem Nervensystem. Hier ist zwar das Nervensystem unversehrt, nach der Enthauptung bedeutend erschüttert; doch kann sich, wie auch der Rumpf des Frosches und andrer Thiere, so auch der Kopf oder das Gehirn nach kurzer Zeit wieder einigermaassen von dem Eindruck erholen, und auf eine kurze Zeit, wenn auch nicht so klar vielleicht wie im Normalzustande, functioniren. — Analog ist, dass Menschen in Ohnmachten oder bei'm Scheintod oft Alles um sie herum Vorgehende hören und vernehmen, auch über das Ver-

B. Ist dieser Schluss richtig, sagen wir uns, so muss also auch in einem Rückenmarke diejenige Veränderung hervorgebracht werden können, mittelst deren die Muskeln in den Zustand des Tetanus übergeführt werden, gleichviel ob Blutcirculation in dem Rückenmarke vorhanden ist, oder nicht.

Zur Beantwortung dieser Frage nahmen wir einer grossen Anzahl von Fröschen die Eingeweide heraus, (Herz, Lungen etc.) legten das Gehirn und Rückenmark vom Rücken her blos, indem wir die Wirbelbogen und Schädeldecken wegnahmen, und brachten auf irgend einen Theil des Rückenmarks, gleichviel ob auf den oberen oder den unteren, einen einzigen Tropfen einer Solution von essigsaurem Strychnin. — Etwa fünf Minuten nach dem Anbringen dieses Mittels sahen wir bei allen so behandelten Fröschen ohne Ausnahme einen Anfall von allgemeinem Tetanus entstehen, so heftig, wie man ihn nur bei unverletzten Fröschen sehen kann. — Leise Berührung einer Hinterzehe brachte nach dem Aufhören der ersten Krämpfe einen eben so allgemeinen Tetanus-Anfall von neuem hervor, wie leise Berührung einer Vorderzehe denselben erzeugt, ganz so, wie bei unverletzten Fröschen, die man durch Strychnin vergiftet hat.

Aus diesen constanten und unbezweifelbaren Thatsachen dürfen wir also den Schluss für ausgemacht halten, dass:

1. Auch ohne Blutcirculation das Strychnin, unmittelbar auf das Rückenmark angewandt, die Function dieses Organs so verändert, dass die von ihm entspringenden Nerven die entsprechenden Muskeln zu tetanischen Bewegungen veranlassen.

---

nommene denken, Ideen associiren zum denken, — wie bei'm Reflex das Rückenmark zu Bewegungen durch die Sinnesperception veranlasst wird — was hier gewissermaassen Reflexaction des Gehirns ist, als nothwendige Folge des äusseren appercipirten Reizes. Auch hier ist keine, oder doch im mindesten Grade nur, Blutcirculation vorhanden; nur eine vita minima; und doch findet das Denken statt.

2. Das Strychnin, an irgend eine Stelle des Rückenmarks gebracht, wirkt, auch ohne durch die Blutcirculation in demselben verbreitet zu sein, auf das gesammte Rückenmark und Gehirn, sofern sie mit der ursprünglich mit dem Gifte befeuchteten Stelle noch in Verbindung sind. Es darf nicht bezweifelt werden, dass die einfache Imbibition hiervon die Ursache ist. — Hieraus folgt aber ferner

3. dass, wenn in einem Theile des Rückenmarks Strychnin befindlich ist (in flüssigem, gelöstem Zustande) es nur der schmalsten Brücke bedarf, um in alle mit dieser Partie zusammenhängende Theile des Rückenmarks und Gehirns das Strychnin weiter zu verbreiten, mittelst der einfachen Imbibition.

Deshalb kann man das Gift an's obere oder untere Ende des Rückenmarks bringen, man kann aus der Dicke ein grösseres oder kleineres Stück ausschneiden, oder das Organ unversehrt lassen — es ist gleich, stets entsteht der allgemeine Tetanus.

Wir theilen zu besserer Einsicht, von den vielen von uns angestellten Versuchen, einige mit.

Legt man einem Frosche (gleichviel ob die Eingeweide entfernt sind oder nicht) das Rückenmark blos, z. B. von hinten her, und schneidet unter den Wurzeln für die Vorderpfoten, in der Gegend des 3ten Wirbels, in der Länge einer Linie die hintere weisse und graue Substanz des Rückenmarks aus, so dass der obere Theil des Rückenmarks mit dem unteren nur durch die Vorderstränge noch zusammenhängt, — bringt man hiernach einen Tropfen Strychninsolution unterhalb des Ausschnitts auf die untere Hälfte des Rückenmarks, und legt den vorderen Körpertheil des Frosches höher als den hinteren, um das mechanische Hinfliessen des Giftes von dem untern Rückenmarkstheil zu dem oberen zu verhindern, — so sieht man nach kürzerer oder längerer Zeit,

etwa nach 8 bis 10 Minuten, Tetanus in beiden Hinterpfoten entstehen, so heftig wie man ihn nur bei unverletzten und vergifteten Fröschen sehen kann, während sich in den Vorderpfoten eine ganz ungestörte willkürliche Bewegung anfangs zeigt. — Nach dem Aufhören des ersten Tetanus-Anfalls aber sieht man, dass, sobald die willkürlichen Bewegungen der Vorderpfoten einen gewissen Grad von Stärke erreichen, in den Hinterpfoten ein neuer Anfall von Tetanus erweckt wird. Berührung oder Reizung einer Vorderpfote in dieser Zeit bringt dann oft nur eine Reflexbewegung des gereizten Theils, oft aber auch zugleich Tetanus der Hinterpfoten hervor. Berührung einer Hinterpfote bringt jedes Mal Tetanus der Hinterpfoten, oft mit, oft ohne Bewegung der Vorderpfoten hervor.

Bald aber gewahrt man, dass auch die eine oder die andere der Vorderpfoten tetanisch wird, während in der andern noch die willkürliche und Reflexbewegung fortbesteht. Endlich wird auch die andere Vorderpfote tetanisch, und so ist also ein allgemeiner Tetanus vorhanden.

Dieser Versuch beweist ganz klar, dass das Strychnin also, gegen die mechanische Schwere, von einem tieferen Theile des Rückenmarks mittelst einer schmalen Brücke zu den höheren Theilen desselben übergeht; da dies bei zerstörter Blutcirculation nach ausgeschnittenem Herzen etc. erfolgt, so kann natürlich kein Zweifel erhoben werden, dass es nicht durch Imbibition geschehe.

Gleiches Resultat erhalten wir auf andrem Wege, in entgegengesetzter Richtung:

Legen wir einem Frosche Gehirn und Rückenmark blos, und schneiden dann alle Eingeweide der Bauch- und Brusthöhle aus, so dass also von Blutcirculation nicht mehr die Rede sein kann,*) bringen wir ihm hiernach einen Tropfen

*) Dass ein so behandelter Frosch noch alle Sinne hat, sieht, hört, alle Hindernisse im Wege meidet, vor der sich nähernden Hand flieht etc. wissen wir aus dem Frühern.

Strychninsolution auf Gehirn und Vierhügel, und halten den Kopf senkrecht nach Unten, um ein mechanisches Hinfliessen des Giftes auf das Rückenmark zu verhüten, legen wir nachher, wenn alles Gift vollständig imbibirt ist und also nicht weiter fliessen kann, den Frosch hin, so sehen wir ihn oft noch eine Zeit lang fortspringen, und dann sich ruhig hinlegen. — Es dauert gewöhnlich ziemlich lange, bis wir eine Reaction gewahr werden, oft erst nach 10 — 15 Minuten. — Wir sahen alsdann gewöhnlich zuerst in den sämmtlichen Zehen beider Hinterpfoten eine merkwürdige, lebhafte, undulirende Bewegung, wie wenn sie anhaltend einem geringen Reize auswichen, sie bewegten sich fast, wie die Finger eines Clavierspielers (sit venia verbo) lange anhaltend, dann kurz pausirend, dann vielmal wiederholt von neuem beginnend.

Bald hiernach sieht man, dass beide Vorderpfoten gerade nach vorn ausgestreckt, und die Zehen derselben gerade in die Höhe gerichtet und gespreizt werden. Zugleich sieht man sonderbare zwecklose Bewegungen beider Hinterpfoten entstehen; sie werden so weit als möglich vom Körper abducirt, und die Unterschenkel und Füsse nach vorn gestreckt. Reizung der Hinterpfoten bewirkt Wiederholung dieser sonderbaren Bewegungen.

Endlich entsteht vollkommner Tetanus in beiden Vorderpfoten, erst der einen und dann der andern; manchmal beider zugleich. — Berührung derselben erweckt den Tatanus in ihnen von neuem, und zugleich unbestimmte, zwecklose Bewegungen der Hinterpfoten.

Bald darauf entsteht, von freien Stücken, oder nach einem leisen Reize, deutliche tetanische Streckung beider Hinterpfoten, entweder beider zugleich, oder einer nach der andern.

So sieht man deutlich das Gift den Cyclus durch sämmtliche Theile des Nervensystems machen. Oft geht es rascher, oft langsamer. Es wird Niemandem einfallen zu bezweifeln, dass Imbibition des Giftes, sogar gegen die mechanische

Schwere nach allen Richtungen, hiervon die Ursache sei. Und dass dies nur durch den ungestörten Zusammenhang des Rückenmarks, und durch keinen andern Umstand bewirkt sei, erkennt man aus folgendem Versuche:

Nimmt man einem Frosche alle Eingeweide der Bauch- und Brusthöhle, öffnet das Rückenmark vom Rücken her, legt dasselbe nebst dem Gehirn in seiner ganzen Ausdehnung wie bei den vorhergehenden Versuchen blos, und schneidet dasselbe z. B. bei dem 3ten Wirbel gänzlich queer durch, bringt man hiernach einen Tropfen Strychnin auf das Gehirn oder den oberen Theil des Rückenmarks, so entsteht alsbald Tetanus in den Vorderpfoten, aber nicht der mindeste Tetanus entsteht in den Hinterpfoten*).

Bringt man das Gift nicht auf den oberen Theil des Rückenmarks, sondern auf den unterhalb des Queerdurchschnitts befindlichen, und verhütet das Ueberfliessen des Giftes zu dem oberen Rückenmarkstheile, so sieht man alsbald Tetanus in beiden Hinterpfoten entstehen; in den Vorderpfoten dagegen zeigt sich weder jetzt noch später die mindeste tetanische Bewegung.

Auch wenn man das Strychnin unter die Haut irgend eines Körpertheils bringt, nachdem die Eingeweide ausgeschnitten sind, so entsteht nicht die mindeste tetanische Bewegung darnach. Es ist gerade so, als hätte man kein Gift unter oder auf die Haut gebracht, während bekanntlich bei noch bestehender Blutcirculation Application des Gifts auf oder unter die Haut alsbaldigen allgemeinen Tetanus zur Folge hat. — Es findet dort sicher Imbibition statt, aber sie geht nicht in dem Maasse durch Wirbelsäule etc. hindurch bis zum Rückenmark; besteht aber die Blutcirculation fort, so wird die in

---

*) Bei bestehender Blutcirculation hemmt bekanntlich der Durchschnitt des Rückenmarks die Entstehung des Tetanus in den Hinterpfoten nicht.

die nächsten Blutgefässe imbibirte Solution des Giftes zugänglichen Körpertheile, also auch in's Rückenmark weiter verbreitet.

Aber nicht blos am ganzen Rückenmarke sehen wir die Wirkungen des mit ihm in Berührung gebrachten Strychnins auftreten; vielmehr ist jedes einzelne Stückchen des Rückenmarks, so lange dasselbe nur noch mit vorderen Nervenwurzeln, und diese mit Muskeln in Verbindung stehen, fähig, die durch das Strychnin erlittenen Veränderungen als tetanische Contraction der ihm in seinen vorderen Wurzeln entsprechenden Muskeln kund zu geben. — Schneidet man z. B. einem Frosche den Kopf zwischen dem 1ten und 2ten Wirbel ab, und schneidet ferner zwischen dem 3ten und 4ten Wirbel die ganze untere Körperhälfte weg, so dass nichts übrig bleibt, als die beiden Vorderpfoten nebst dem 2ten und 3ten Wirbel und dem darin enthaltenen Rückenmarksstückchen und den davon ausgehenden Nerven für die beiden Vorderpfoten, so kann man durch Betüpfen des Rückenmarksstückchens mit einem Tropfen Strychnin Tetanus beider Vorderpfoten erzeugen*).

Ferner: Schneidet man den Frosch zwischen dem 3ten und 4ten Wirbel ganz durch in zwei Hälften, entfernt von der hinteren Hälfte alle anhängenden Eingeweide, legt den unteren Theil des Rückenmarks durch Wegnahme der Wirbelbogen blos, und betüpft diesen Theil des Rückenmarks mit einem Tropfen der Strychninsolution, so sieht man alsbald in beiden Hinterpfoten den heftigsten Tetanus entstehen, wie bei einem ganzen, unverletzten Frosche, den man vergiftet hat.

So sehen wir also, wie das Strychnin einen jeden Theil des Rückenmark's auf eine eigenthümliche, uns zur Zeit noch unbekannte Weise in seiner Organisation verändert, dergestalt, dass seine Wechselwirkung mit den Nervenwurzeln eine ganz andre wird, und letztere zu einer gewaltsamen, mehr oder

---

*) Dass das Herz und alle Eingeweide entfernt sind bei diesem Versuche, versteht sich von selbst.

weniger anhaltenden Action veranlasst werden, wovon wir als Folge die tetanische Contraction der von den entsprechenden Nerven versorgten Muskeln sehen.

Das Blut ist zur Erzeugung dieser Veränderung nicht nothwendig, denn sie entsteht ohne dasselbe; deshalb würde auch eine mikroscopische Untersuchung, ob die Blutkörperchen durch Strychnin verändert würden oder nicht, von keinem erheblichen Einflusse auf unsre Ansichten von den Wesen des Tetanus sein. — Die Veränderung ist lediglich in der Substanz des Rückenmarks selbst zu suchen, und vor Allem in der vorderen grauen Substanz des Rückenmarkes. Denn wir haben uns durch eine grosse Reihe von Versuchen überzeugt, dass ohne diese Substanz kein Tetanus in den ihr entsprechenden Theilen (Nerven und Muskeln) erfolgt, während alle übrigen Theile des Rückenmarks, nämlich hintere Wurzeln, hintere weisse und hintere graue Substanz weggeschnitten sein können, und dennoch entsteht der Tetanus in allen von dem vergifteten Theil des Rückenmarks und dessen Nerven abhängigen Theilen. — Hiervon ein Mehreres weiter unten. — (Als mechanischer Leiter für die imbibirten Theile des Giftes aber von einem Theile des Rückenmarks zum andern kann jede Portion desselben dienen, einerlei ob graue oder weisse, hintere oder vordere Substanz, was wohl zu unterscheiden ist.) Stannius hat zwar behauptet (Müller's Archiv f. d. Physiol. etc. 1837. p. 231) dass nach durchschnittenen hinteren Wurzeln für die Hinterpfoten, und einem queerem Durchschnitt durch das Rückenmark über dem Abgange jener Wurzeln, durch Strychnin (vom Munde aus) kein Tetanus in den Hinterpfoten erzeugt werden könne, daher er die hinteren Wurzeln als eine nothwendige Bedingung zur Erzeugung des Tetanus in jenem Falle ansieht. Aber dieser vortreffliche Experimentor hat bei seinen Versuchen übersehen, dass unter solchen Umständen das Gift nicht so zum unteren Rückenmarkstheile gelangt, als wenn nur eine einfache queere

Trennung des Rückenmarks vorgenommen wird. Nimmt man die hinteren Nervenwurzeln weg, so zerstört man damit, zugleich mit den Wirbelbogen, viele Gefässe, welche dem unteren Theile des Rückenmarks das vergiftete Blut zuführen. Und so sieht man vollkommen nach dem Versuche die von Stannius angegebenen Resultate (wie es denn überhaupt eine wahre Freude ist, bei Wiederholung der Versuche von Stannius zu sehen, wie dieser Forscher mit einer ausgezeichneten Genauigkeit, Sorgfalt und Wahrheit die Erscheinungen beobachtet und aufzeichnet).

Wartet man aber 6—10 — 12 Stunden nach dem Versuche, so sieht man allerdings Tetanus in beiden Hinterpfoten auftreten, auch ohne hintere Wurzeln; selten zwar entsteht der Tetanus spontan; man muss das Rückenmark berühren, oder das centrale Ende einer abgeschnittenen hinteren Nervenwurzel; selten entsteht der Tetanus durch etwas unsanftes Bewegen, Schütteln des Thieres. — Hier sieht man den deutlichen Beweis, dass das untere Rückenmarksstück in der Zwischenzeit von 6 — 10 Stunden von den sehr wenigen übrig gebliebenen unzerstörten Gefässen, die zu ihm gingen, das Gift zugeführt erhielt. — Denn man erzeugt binnen wenigen Minuten den Tetanus, wenn man nach Durchschneidung aller hinterer Wurzeln für die Hinterpfoten, und Queerdurchschnitt durch das Rückenmark über dem Abgang jener, einen Tropfen Strychnin unmittelbar auf den getrennten unteren Rückenmarkstheil applicirt. Die leiseste Berührung des Rückenmarkstheils mit der Nadelspitze reicht alsdann nach wenigen Minuten zur sofortigen Hervorrufung des heftigsten Tetanus in beiden Hinterpfoten hin. — Es ist dabei gleichgültig, ob man einen Hinterstrang oder Vorderstrang, oder das centrale Ende einer der abgeschnittenen hinteren Nervenwurzeln mit der Nadelspitze berührt*). — Die physiologische Aufklärung dieser

*) Auch van Deen hat bereits gefunden, dass Stannius sich geirrt hat in seinen Schlüssen, wenn gleich seine Experimente wahr sind.

Verhältnisse ist sehr leicht. Ist das Rückenmark vergiftet, und allgemeiner Tetanus erzeugt, so dauert derselbe fort in den Hinterpfoten, auch wenn man das Rückenmark über dem Abgange der Nerven für die Hinterpfoten queer durchschneidet. — Diese von Stannius bereits gemachte Beobachtung ist ganz richtig. — Die sensitiven Nerven leiten nämlich fortwährend von der Peripherie Eindrücke zu den unteren Theile des Rükenmarks. Letzteres aber ist durch das Gift so verändert, dass auch der leiseste Reiz in ihm die heftigste Reaction auf die motorischen Nerven, und dadurch also den Tetanus hervorruft.

Schneidet man nun aber die sämmtlichen hinteren Nervenwurzeln für die Hinterpfoten durch, so hört, nach Stannius, der Tetanus auf. — Auch dieses Experiment haben wir bei vielfacher Wiederholung ganz richtig gefunden. Es fehlt nämlich nach dem Durchschnitt jener Wurzeln ein jeder Reiz auf die untere Hälfte des Rückenmarks. Die Action desselben auf motorische Wurzeln wird durch nichts geweckt (der Wille ist ausgeschlossen durch den Queerdurchschnitt, die peripherischen Reize durch Trennung der hinteren Wurzeln). Darum ist aber die krankhafte Veränderung in diesem Theile des Rückenmarks keineswegs erloschen. Im Gegentheil, reizt man nach einigen Minuten das Rückenmark mit der Nadelspitze, so entsteht von neuem ein Tetanus - Anfall in beiden Hinterpfoten*).

---

*) Wir übergehen hier mit Fleiss eine genauere Erörterung dieser so sehr interessanten Erscheinungen, und der mancherlei Versuche, die wir darüber angestellt haben. Nur das wollen wir noch hinzufügen, dass man sich eine klare Ansicht von der Wirkung der hinteren Wurzeln etc. verschaffen kann, wenn man einem Frosche das Rückenmark blos legt, vom Rücken her, und ihn dann vergiftet. Ist der allgemeine Tetanus entstanden, so bleibt derselbe, wenn man die hinteren Wurzeln für die Nerven der Hinterpfoten durchschneidet; aber nicht unverändert; denn die Steifheit der Hinterpfoten während der Remissionen ist auffallend geringer als vorher; man kann die

Wir schliessen diese Untersuchung mit der Bemerkung, dass bei dem Tetanus die Nerven selbst nicht als durch das Gift verändert betrachtet werden dürfen. Die motorischen Nerven leiten gleichsam nur den Zustand des Rückenmarks auf die Muskeln über. — Die Nerven selbst aber erleiden keine Anomalie durch das Gift, denn man kann die Nervenwurzeln, abgetrennt vom Rückenmarke, noch so sehr mit Strychnin tränken; es entsteht dadurch niemals Tetanus, niemals nur eine stärkere Bewegung als nach mechanischer Reizung derselben. — Aber auch während des Tetanus selbst erzeugt die mechanische Reizung der Nerven nur eine ganz gewöhnliche Contraction, als wäre das Rückenmark in gewöhnlichem Zustande.

Vergiftet man nämlich einen Frosch, dem man die hinteren Wurzeln für die Nerven der Hinterpfoten durchgeschnitten, und den nervus ischiadicus einer oder beider Seiten blosgelegt hat, so kann man, nachdem der allgemeine Tetanus entstanden ist, während der Remissionen die ischiadici kneipen, reizen, und es entsteht keine tetanische Bewegung des Schenkels, sondern nur eine einfache Zuckung, als wäre der Frosch nicht vergiftet. Darum hört denn auch jeder Tetanus auf, wenn das Rückenmark von den vorderen Nervenwurzeln abgetrennt ist.

Wenden wir uns nun zu einer andern nicht minder wichtigen Frage in Beziehung auf das VAN DEEN'sche Experiment, nämlich zu der Frage:

Hinterpfoten mit Leichtigkeit beugen und in alle Lagen bringen. Aber die krankhafte Actionsstörung des Rückenmarks selbst geht noch auf die vorderen Nervenwurzeln über. — Schneidet man nun noch das Rückenmark selbst queer durch, so bewirkt man eine heftige Störung seiner Organisation; vorerst erschüttert man sie so, dass sie ganz erlischt; aber nur vorübergehend; denn wirkt ein neuer Reiz auf sie, so zeigt sie wieder ihre krankhafte Reaction auf die vorderen Wurzeln.

2. Kann der Blutumlauf in einem Theile des Rückenmarks aufgehoben werden, solange er noch mit einem vom Blute durchströmten Theile desselben Organs in Verbindung steht? Oder:

Kann im unteren Theile des Rückenmarks der Blutumlauf aufgehoben werden, während er im oberen Theile noch fortbesteht?

Der Leser wird sich erinnern, dass VAN DEEN von dieser Voraussetzung ausgeht, und darauf vorzugsweise auch seine Versuche gründet. — Prüfen wir die Fragen, und setzen also einen Frosch in den Zustand wie VAN DEEN es verlangt, um die Blutcirculation im unteren Theile des Rückenmarks aufzuheben, und untersuchen wir hiernach, ob die Voraussetzung richtig ist. Also: Wir öffnen einem Frosche die Bauchhöhle, torquiren die Aorta*) bis zu ihrem Ursprunge, zerstören rechts und links alle Gefässverbindungen derselben mit der Wirbelsäule, und nehmen z. B. den 3ten, 4ten und 5ten Wirbelkörper fort, beseitigen endlich alle die zwischen Rückenmark und Wirbelsäule im Wirbelcanal befindlichen Gefässe, schneiden vom 3ten Wirbel an zu beiden Seiten des untern Theils der Wirbelsäule alle Muskeln und Weichtheile gänzlich durch oder weg, dergestalt dass der vordere Körpertheil vom 3ten Wirbel an mit dem hintern nur durch das Rückenmark und die Bögen des 3ten, 4ten und 5ten Wirbels in Verbindung steht. — Auf solche Weise haben wir also den unteren Theil des Rückenmarks in den Zustand gesetzt, den VAN DEEN verlangt, um die Blutcirculation in demselben aufzuheben.

Analysiren wir dies Experiment, so sehen wir 1) dass alle die von der Aorta zu der unteren Partie der Wirbel-

*) Man kann auch mittelst der Unterbindung Aorta, Mastdarm etc., in eine Schlinge fassen, und dann in die Höhe schlagen — was im Grunde gleich ist.

säule, vom 3ten Wirbel an, hingehenden Gefässe zerstört sind. — 2) Dass von den hinteren Extremitäten her keine Anastomose von Blutgefässen, arterieller wie nervöser, Blutzufuhr zu den unteren Theil des Rückenmarks bewirken kann. — 3) Auch in dem Wirbelcanale selbst können weder die arteriae noch die venae spinales des oberen Theils Blut zu dem unteren gelangen lassen und umgekehrt, denn bei dem 3ten Wirbel wurden diese Gefässe zerstört.

Ist demnach die Blutcirculation in dem unteren Theile des Rückenmarks vom 3ten Wirbel an aufgehoben?

Wir antworten: Nein! denn, schneiden wir am 3ten Wirbel in das Rückenmark nur oberflächlich mit einer feinen Scheere, oder einem feinen Messerchen ein, so sieht man, wenn nicht rothes Blut, doch Serum aus dem, wenn auch sehr flachen, Einschnitte hervordringen*). Die Blutcirculation im unteren Theile des Rückenmarks also, dem alle äussere Zufuhr abgeschnitten worden ist, ist noch nicht aufgehoben, so lange das Rückenmark noch an irgend einer Stelle ein Continuum bildet. — Es unterliegt keinem Zweifel, dass, innerhalb der Rückenmarkssubstanz selbst, alle Capillargefässe von der medulla oblongata an bis zur cauda equina des Rückenmarks ein zusammenhängendes Netz bilden, wie wir das ja hinreichend von andern Körpertheilen kennen. — Das Gefäss also im Gehirn und in der medulla oblongata communicirt mittelbar, wenn auch durch eine lange Strecke und durch eine lange Reihe von Capillargefässverbindungen, aber es communicirt mit dem letzten Gefässe in der untersten Partie der cauda equina, oder des schwanzförmigen, gelatinösen Anhangs des Rückenmarks. — Und hieraus geht also zur Evidenz hervor, dass ein jedes Stückchen des

---

*) Es versteht sich von selbst, dass der Versuch gelungen sey, und nicht eine Verblutung aus den durchschnittenen Gefässen eingetreten war, bevor man den Einschnitt in's Rückenmark machte.

Rückenmarks, eine jede Brücke, sei sie auch noch so schmal, die den oberen Rückenmarkstheil mit dem unteren noch in Verbindung erhält, auch im Stande ist, die Blutcirculation des unteren Theiles von dem oberen aus, und umgekehrt, zu unterhalten, je nachdem die Zufuhr des Blutes in dem einen oder dem andern ursprünglich von der Aorta her, noch fortbestehend ist.

Daraus geht ferner hervor, dass die Blutcirculation in der unteren Hälfte des Rückenmarks nur alsdann gänzlich aufgehoben werden kann, wenn sie erstens von Aussen her auf die von van Deen angegebene Weise abgeschnitten, dann aber zweitens, auch vom oberen Theile des Rückenmarks-Parenchym's selbst durch vollständige queere Durchschneidung des Rückenmarks durch seine ganze Dicke totaliter verhindert wird. — Sind nicht diese beiden Bedingungen, Abschneiden der äusseren und inneren Zufuhr des Blutes, vereinigt, zu gleicher Zeit, erfüllt, so ist es eine Unmöglichkeit die Blutcirculation im unteren Theil des Rückenmarks aufzuheben, wenn sie im oberen noch fortbesteht.

Hieraus erklären sich denn auch alle die vielfältigen Versuche, welche wir in Beziehung auf diesen Punkt unternommen, und analysirt haben, und hieraus werden wir späterhin auch diejenigen von van Deen erläutern. — Führen wir nur, zu besserem Verständniss einige wenige unsrer Versuche noch an.

Schneiden wir einem Frosche vom 2ten oder 3ten Wirbel an alle äussere Blutzufuhr zum untern Theil des Rückenmarkes ab, auf die bereits angegebene, von van Deen vorgeschlagene Weise, indem wir den Wirbelcanal am 3ten Wirbel öffnen, alle Blutgefässe in demselben zwischen Rückenmark und innerer Wirbelfläche zerstören, ohne aber das Rückenmark selbst zu verletzen, dergestalt, dass die untere

Körperhälfte mit der oberen nur durch das Rückenmark und den Bogen des 3ten Wirbels in Verbindung steht, — so müssen wir, in VAN DEEN's Sinne annehmen, dass die Function der unteren Rückenmarkshälfte früher erlöschen muss, als die der oberen. Denn letztere wird gehörig mit Blut versorgt; erstere dagegen, in VAN DEEN's Sinne, nicht mehr. — Nun haben wir zwar, aus unsern Versuchen, die Erfahrung gewonnen, dass Blutcirculation zur momentanen Aeusserung der Nervenaction nicht nothwendig ist. Dagegen haben wir gesehen, dass zur fortgesetzten Action des Nervensystems, wie des Lebens überhaupt, die Blutcirculation ein nothwendiges Bedürfniss ist. — Wir haben gesehen, dass ein Frosch, seiner Blutcirculation, durch Wegnahme des Herzens und der Eingeweide, beraubt, nie über $1^1/_2$—2 Stunden leben kann; dass schon nach $^1/_2$—1 Stunde eine Schlummersucht eintritt, die, stets wachsend, in den sicheren Tod übergeht. — Darum müssen wir, ebenfalls im Sinne VAN DEEN's, schliessen: ein Theil des Rückenmarks, welcher der Blutcirculation beraubt ist, muss nothwendig früher zu functioniren aufhören, als ein anderer, in welchem die Blutcirculation noch gehörig Statt findet. — In unsern vorliegenden Versuche also müssten wir, a priori, wenn VAN DEEN's Annahme richtig wäre, schliessen, dass etwa eine halbe oder eine Stunde nach dem Versuche Paralyse der beiden Hinterpfoten (durch Absterben der Rückenmarksfunction in dessen unterer Hälfte in Folge aufgehobener Blutcirculation) eintreten müsse, während in den Vorderpfoten normales Bewegungsvermögen fortbestehe (weil im oberen Theile des Rückenmarks die Blutzufuhr von aussen nicht aufgehoben ist).

Aber wir sehen das Gegentheil dieser Voraussetzungen a priori in VAN DEEN's Sinne eintreten. — Die so behandelten Frösche machen unmittelbar nach der Operation heftige Bewegungen zur Flucht, mit allen Extremitäten. — Aber: Noch 2 oder 3 Stunden nach dieser bedeutenden

Verstümmelung des Körpers sieht man dieselben Phänomene, gleiche Bewegungsfähigkeit in Hinterpfoten, wie in Vorderpfoten*). — Reizt man eine Vorderpfote eines solchen Frosches, so entstehen nicht allein die entsprechenden Bewegungen des gereizten Theils selbst, sondern auch Bewegungen der Hinterpfoten entstehen eben so energisch als die der Vorderpfoten, zur Abwehrung des Reizes, oder zur Flucht. — Endlich tritt ein Zustand von Schlummersucht ein, bei dem einen Frosche früher, bei dem andern später, der Vorläufer des Todes Im Durchschnitt sah ich diesen Zustand 2—3 Stunden nach jedem solchen Versuche, der zu den gelungenen zu zählen war, und nicht durch Verblutung complicirt wurde, eintreten.

Reizen wir jetzt eine Vorderpfote, so sehen wir als Reaction dagegen Bewegungen derselben erfolgen, wiewohl nur schwache; aber zu gleicher Zeit entstehen auch Bewegungen in beiden Hinterpfoten, die denen der Vorderpfoten an Energie mindestens gleich kommen.

Bringen wir ferner einen Tropfen Essigsäure auf eine Hinterpfote, so entstehen nicht allein Bewegungen der gereizten und nicht gereizten Hinterpfote, sondern auch Bewegungen des Kopfes und der Vorderpfoten.

Bringen wir einen Tropfen Essigsäure auf den Kopf, oder an eine Vorderpfote, so entstehen Bewegungen nicht allein in diesen vorderen Theilen, sondern auch in beiden Hinterpfoten.

Hieraus ersehen wir also: dass die Abschneidung der Blutzufuhr von Aussen her allein die Functionen des unteren

*) Wir dürfen kaum bemerken, dass viele Frösche bei diesem Versuche früher starben, theils aus Verblutung, theils aus Erschöpfnng. Solche Resultate aber sind nicht den uncomplicirten Versuchen zuzuschreiben, bei denen Verblutung verhindert werden muss.

Rückenmarkstheils nicht stört, so lange noch im oberen Rückenmarkstheile Blutcirculation und Function fortbesteht. — Der untere Rückenmarkstheil leitet Reize fort nach allen Richtungen, und erweckt Bewegungen, gerade so, als bestände die äussere Blutzufuhr fort.

Und dass nur die vom oberen Rückenmarkstheile her im unteren forterhaltene Blutcirculation davon die Ursache ist, dass die Functionen des letzteren eben so lange fortdauern als die der ersteren, davon werden wir durch andre Versuche überzeugt, von denen wir nur die folgenden mittheilen wollen.

Durchschneiden wir einem Frosche das Rückenmark zwischen dem 3ten und 4ten Wirbel gänzlich queer durch, öffnen die Bauchhöhle, torquiren die Aorta bis über den 3ten Wirbel hinauf, zerstören rechts und links der Wirbelsäule alle Gefässverbindungen etc., und geben dem Frosche einen oder zwei Tropfen essigsauren Strychnin's in den Mund, so rufen wir alsbald Tetanus im Kopfe und den Vorderbeinen hervor, aber unter keinerlei nachfolgenden Umständen entsteht Tetanus in den Hinterpfoten, — der Frosch mag noch so lange am Leben bleiben. — In diesem Versuche haben wir die Blutcirculation im unteren Theile des Rückenmarks wirklich und gänzlich aufgehoben. Eine directe Mittheilung des vom Munde aus in die allgemeine Blutmasse gebrachten Giftes in den unteren Rückenmarkstheil ist eine Unmöglichkeit — daher kann der untere Rückenmarkstheil kein Symptom der Vergiftung zeigen.

Aber die Function dieses Rückenmarkstheils besteht noch fort, eine Zeit lang, wie wir ja wissen, dass nach aufgehobener Blutcirculation das Leben oder die Function des gesammten Nervensystems noch 1 — 2 Stunden fortdauert, um dann für immer zu erlöschen. — Denn, berühren wir die Hinterpfoten dieses Frosches, so sehen wir die bekannten Reflexbewegungen entstehen.

Ist nun der Versuch gut gelungen*), so bleibt der Frosch noch mehrere Stunden, oft 6—8 Stunden und länger, am Leben. — Während dieser Zeit können wir durch Berührung aller vor dem Rückenmarksdurchschnitt gelegenen Theile Tetanus hervorrufen. — Aber wir sehen das höchst interessante Factum, dass die Function des unteren Theils des Rückenmarks viel früher erlischt, als die des oberen; denn reizen wir eine halbe oder ganze Stunde nach der Ausführung des Versuchs eine oder die andre Hinterpfote, so sehen wir die Reflexbewegungen nur noch in sehr geringem Grade, und $1\frac{1}{2}$—$2\frac{1}{2}$ Stunden nach dem Versuche ist es durch keinen Reiz mehr möglich solche hervorzurufen.

Also: Die Action dieses Rückenmarkstheils war, nach vollständig darin aufgehobener Blutcirculation, allmählig immer geringer geworden, endlich erloschen, während sie in dem andern Theile desselben Rückenmarks, in dem die Blutcirculation noch fortbestand, noch deutlich genug vorhanden blieb.

Diesen merkwürdigen Umstand sehen wir noch auf eine andre Weise bestätigt: So wie wir unmittelbar nach jenem Versuche, oder in der ersten $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}$ Stunde, durch Reizung der Hinterpfoten Reflexbewegungen derselben veranlassen, und dadurch also beweisen konnten, dass noch Action in dem unteren Theil des Rückenmarks fortbestand, so können wir auch, wenn wir einen Tropfen Strychninsolution unmittelbar nach jenem Versuche; oder $\frac{1}{4}$ Stunde nacher auf den unteren Theil des Rückenmarks anbringen, alsbald vollständigen Tetanus beider Hinterpfoten erzeugen. — Bringen wir

*) Namentlich wenn man nur einen einzigen Tropfen des Giftes gab, bleibt das Thier länger am Leben, indem die Lebenskraft des Rückenmarks (oberen Theils) nicht zu stürmisch durch die zu oft und zu heftig wiederkehrenden Tetanus-Anfälle aufgerieben wird.

aber das Gift $^3/_4$—1 Stunde nach dem Versuche an, so entsteht kein Tetanus der Hinterpfoten mehr.

Und dass die erlöschende Function des unteren Theils des Rückenmarks lediglich nur darin ihren Grund hat, dass die Blutcirculation in ihr aufgehoben ist, nicht aber darin, dass sie von der oberen Hälfte und dem Gehirn durch einen Queerschnitt getrennt ist, das sehen wir mit sonnenklarer Ueberzeugung daran, dass:

1) ein vom Gehirn durch einen Queerschnitt getrenntes Rückenmark noch so lange functionirt, als die Blutcirculation fortdauert.— Wir haben uns z. B. durch eine grosse Anzahl von Versuchen an Fröschen überzeugt, dass das Rückenmark zwischen 1ten, 2ten, 3ten, 4ten oder 5ten Wirbel gänzlich durchgeschnitten werden kann und die Reflexfunction in allen unter dem Schnitt gelegenen Theilen, respective in beiden Hinterpfoten dauert Wochen und Monate fort, so lange überhaupt das Thier am Leben bleibt*).

---

*) Der Versuch ist leicht zu machen. Durch einen $1^1/_2$—2 Linien langen Queerschnitt durch Haut, Muskeln, Zwischenwirbelband, und die ganze Dicke des Rückenmarks zwischen 1., 2., 3. oder 4ten Wirbel, trennt man den oberen Theil des Rückenmarks von dem unteren bei einer Anzahl von Fröschen. Durch Beugung des Vorder- und Hinterkörpers nach unten verschafft man sich Einsicht in die Tiefe der Wunde, und überzeugt sich, wenn das Blut mit einem Schwämmchen abgewischt wird, von der Trennung des Rückenmarks, und dem vollständigen bedeutenden Zurückziehen der beiden Durchschnittsenden nach oben und unten in den Wirbelcanal. Man setzt nun die Thiere in ein Gefäss, mit sehr wenigem Wasser, so, dass letzteres die Wunde nicht berühren, und in den Rückenmarkscanal eindringen kann (geschieht das, so weicht das Wasser die Rückenmarkssubstanz auf, und der Tod tritt nach kurzer Zeit ein).— Nach 8—10 Tagen ist gewöhnlich die Hautwunde verklebt. Dann kann man den Thieren hinreichend Wasser geben, und sie so beobachten, so lange man will. — Man wird alsdann finden, dass die Reflexbewegung der Hinterpfoten während der ganzen Lebenszeit dieser Frösche (und ich habe solche über ein halbes Jahr aufbewahrt und beobachtet) in vollkommen gleicher Energie vorhanden bleibe. — Auch bei höheren Wirbelthieren kann man gleiche Beobachtungen machen, doch nicht so leicht, als an Fröschen, weil durch Eiterung

2) Ein Thier, dem man das Rückenmark über dem Abgang der Wurzeln für die Hinterpfoten gänzlich queer durchschneidet, wird allgemein tetanisch, wenn man demselben einen oder zwei Tropfen Strychninsolution in den Mund giebt.— Es versteht sich bei diesem Versuche von selbst, dass man die Durchschneidung des Rückenmarks vom Rücken her, ganz, wie in dem vorherbeschriebenen Versuche macht, nur mittelst eines einfachen $1^1/_2$ — 2 Linien langen queeren Einschnitts durch Haut, Muskeln, Zwischenwirbelband und Rückenmark, zwischen dem 3ten und 4ten Wirbel. — Bei genauer Analyse dieses Versuches finden wir, dass die Blutcirculation des unteren Theils des Rückenmarks vom oberen her gehemmt ist; also die innere Blutzufuhr, vom oberen Rückenmarksparenchym her. — Aber die äussere Blutzufuhr ist geblieben; nämlich die von dem Bauch-Aesten der Aorta her. — Giebt man demnach einem solchen Frosche Strychnin in den Mund, so gelangt dies von da und dem Magen rasch in die allgemeine Blutmasse, und so wird also der untere Theil des Rückenmarks gleichzeitig mit dem oberen, und unabhängig von diesem, mit dem Strychnin-haltigen Blute imprägnirt, und so entsteht der Tetanus in den Hinterpfoten, also eben so, als hätte man bei gänzlich aufgehobener Blutcirculation das Gift unmittelbar auf den unteren Theil des Rückenmarks gebracht.

Dieses Experiment, und dessen sichere Folgen haben wir zuerst genauer erkannt, wenngleich Backer und Stannius schon vor uns gleiche oder ähnliche Beobachtungen gemacht haben. Backer machte bei Hunden Queerdurchschnitte, theils durch die Vorderstränge, theils durch das ganze Rückenmark, und gab ihnen nux vomica ein. — Bei den Hunden des einen Versuchs (Durchschnitt der Vorderstränge) entstand nur Tetanus in den vorderen Thei-

etc. die Action des unteren Rückenmarkstheils öfter zerstört wird; wenigstens nicht in der Vollkommenheit wie bei Fröschen sich erhält.

len, bei denen des andern (Durchschnitt des ganzen Rückenmarks) entstand allgemeiner Tetanus. — Diese ungleichen Resultate liessen die Ansicht über die Wirkung des Gifts so wie die beobachteten Phänomene selbst unklar; VAN DEEN (Traités etc. p. 43) meint, dass vielleicht Aufhebung der Blutcirculation im unteren Rückenmarkstheile bei den ersten Versuchen Schuld daran war, dass kein allgemeiner Tetanus entstand, und Backer leitet den Erfolg von einer zu schwachen Dosis des Gifts ab, das die Theile des Rückenmarks unter dem Schnitt nicht erreicht habe. Beide Ansichten aben haben nichts Wahres; und beide erklären nichts. — Wir sind der Ueberzeugung, dass Backer auch bei den ersten Versuchen Tetanus beobachtet haben würde, hätte er die operirten Hunde nach dem Eingeben des Gifts in einer Rückenlage erhalten. Wir werden bald sehen wie und warum. — Backer's Versuche also, die wohl geleitet und richtig beurtheilt, für unsre Kenntnisse über die Function des Rückenmarks hätten wichtig werden können, blieben so durchaus ohne Folgen, und ohne Nutzen. — Aus unsern Versuchen ist erst, wie aus den späteren Erörterungen noch mehr einleuchten wird, hervorgegangen, warum und auf welche Weise in allen Fällen nach theilweisen oder gänzlichen Durchschneidungen des Rückenmarks Tetanus der vom unteren Rückenmarkstheile mit Nerven versorgten Muskel-Partieen entsteht, wenn der Zutritt des vergifteten Blutes zu dem Rückenmarkstheile unter dem Schnitte statt findet — und warum und wie b e i g l e i c h e n V e r l e t z u n g e n a m R ü c k e n m a r k e die Entstehung des Tetanus nach Vergiftung vom Munde aus in allen unterhalb des Schnitts in's Rückenmark gelegenen Theilen verhütet wird, wenn man den Zutritt des vergifteten Blutes zu dem Rückenmarkstheile unterhalb des Durchschnitts verhindert. — Ein Mehreres weiter unten.

Die Versuche von Stannius (Müller's Archiv, 1837) thaten dar, dass bei einem durch Strychnin vom Munde aus ver-

gifteten Frosche, nach dem Auftreten des allgemeinen Tetanus das Rückenmark über dem Abgang der Nervenwurzeln für die Hinterpfoten durchgeschnitten werden konnte, ohne dass dadurch der Tetanus in den Hinterpfoten aufgehoben wurde.

Dieser Versuch ist wesentlich verschieden von dem unsrigen. Wir durchschneiden zuerst das Rückenmark, und geben hiernach erst das Strychnin in den Mund. — Bei den Versuchen von Stannius war das Gift schon vor dem Durchschneiden des Rückenmarks in den unteren Theil desselben gelangt, von welchem die Nerven für die Hinterpfoten entspringen; und zwar gelangte das Gift auf zwei Wegen dahin: vom oberen Theile des Rückenmarks und dessen Capillargefässen, und von den Bauch-Aesten der Aorta. — In unsern Versuchen dagegen ist jener erste Weg für das Gift abgeschnitten. Letzteres kann nur in den Aesten der aorta abdominalis dahin gelangen. — Durch die Versuche von Stannius war es noch nicht bekannt, ob durch Vergiftung mit Strychnin nach vorgängiger Durchschneidung des Rückenmarks auch Tetanus in den Hinterpfoten, wie in den Vorderpfoten, erzeugt werden konnte. — Nach unsern Versuchen ist dieses Factum über alle Zweifel gehoben. — Auch van Deen, der in seinen ausgezeichneten und vielfältigen Versuchen, und speciell bei den Wiederholungen der Versuche von Stannius, Gelegenheit hatte, den allgemeinen Tetanus nach Durchschnitt des Rückenmarks vielfältig zu beobachten, kennt dieses Factum nicht, oder wenigstens er erörtert es nicht, ob nach getrenntem Rückenmark zwischen dem 3ten und 4ten Wirbel durch Vergiftung vom Munde aus allgemeiner Tetanus erzeugt werden könnte. — Denn er betupfte den unteren Theil des durchgeschnittenen Rückenmarks unmittelbar mit dem Gifte.

Wir kommen, nach dieser Abschweifung, auf den Schluss zurück, den wir aus den mitgetheilten Versuchen ziehen wollten, nämlich: dass jeder Theil des Rückenmarkes

einen für sich gleichsam abgeschlossenen Apparat darstellt, der unabhängig vom Gehirn, wie von den übrigen Rückenmarkstheilen, eine mitgetheilte Veränderung auf die mit ihm verbundenen motorischen Nervenwurzeln übertragen kann. — Man kann das Rückenmark in eben so viele Theile durch Queerschnitte zerschneiden, als Nervenwurzel-Paare aus ihm entspringen. Jeder Theil dieses Rückenmarks theilt den entsprechenden Nervenwurzeln die eigenthümliche Kraft mit, wodurch wir das Leben erkennen, vorausgesetzt, dass die Blutcirculation jedes einzelnen solchen Rückenmarks-Abschnittes unverändert fortbesteht. — In einem jeden solchen Rückenmarks-Abschnitt ist die Kraft vorhanden; mittelst der sensitiven hinteren Nervenwurzeln Eindrücke von der Peripherie her aufzunehmen, und gegen dieselben mittelst der vorderen motorischen Wurzeln entsprechende Reactionen zu veranlassen. — Auch wenn wir das Rückenmark des Frosches durch 8 oder 10 queere Durchschnitte zwischen je zwei Nervenwurzeln in eben so viele Abschnitte theilen, so können wir dennoch einen allgemeinen Tetanus erzeugen, durch Vergiftung vom Munde aus, wenn es uns gelang, die Nervenwurzeln unverletzt zu lassen, und die Gefässverbindung und Blutcirculation jedes einzelnen Stückes von aussen her zu erhalten, oder wenn wir das Gift unmittelbar auf jeden einzelnen Rückenmarksabschnitt brachten.

So wie nun aber alle diese einzelnen Abschnitte des Rückenmarks in Normalzustande mit einander verbunden sind*), und gegenseitig auf einander wirken; so ist auch das Rückenmark mit dem Gehirn verbunden, und durch diese Verbindung theilt ersteres dem letzteren die Formen seiner Zustände mit, und letzteres dem ersteren. — Dadurch allein entsteht und besteht die Harmonie des Lebens und der Lebensverrichtungen, wäh-

*) Die anatomische Anordnung dieser Verbindung aber, wie die feinste Structur jedes einzelnen Abschnitts des Rückenmarks ist uns zur Zeit noch nicht bekannt.

rend wir zugeben müssen, dass jeder Theil für sich, unabhängig von allen übrigen, in sich und durch seine eigenthümliche Organisation, durch seinen anatomischen Bau die Kräfte erzeugt, welche ihm eigenthümlich sind. — Die Form dieser Kraftäusserung nur wird von seinen Verbindungen mit den übrigen Theilen des Rückenmarks und des Gehirns bestimmt; — und die unerlässliche Bedingung jener Kraftäusserung — auf die Dauer, nicht blos momentan — ist das Fortbestehen der normalen Blutcirculation.

Nun sind wir an dem Ziele angelangt, welches uns die Schlüssel zur Auflösung jener räthselhaften — anscheinend in vollkommenem Widerspruche stehenden — Erscheinungen des van Deen'schen Experiments I. in die Hände geliefert hat. — Ziehen wir also den Nutzen davon:

Wenn einem Frosche am 3ten Wirbel die Vorderstränge des Rückenmarks queer durchgeschnitten sind, und von diesem Schnitte an abwärts in der ganzen unteren Hälfte des Rükkenmarks die äussere Zufuhr des Blutes von der aorta abdominalis etc. her abgeschnitten ist, während die innere Blutzufuhr zum Rückenmarkstheile unter jenem Queerschnitt noch durch die Hinterstränge möglich ist, welche den unteren Theil des Rückenmarks mit dem oberen verbinden, in welchem letzteren aber das Blut noch gehörig circulirt, so muss, nach unsern Untersuchungen, durch Strychnin vom Munde aus ein allgemeiner Tetanus, in den Vorder- wie in den Hinterpfoten erzeugt werden können.

Denn, sobald das Gift sich in die Schleimhaut des Mundes oder Magens imbibirt, geht es in die Blutmasse der Capillargefässe in der von ihm imprägnirten Schleimhaut über, und theilt sich von hier also der gesammten circulirenden Blutmasse allmählig mit. — Demnach gelangt das Gift alsbald in den oberen Theil des Rückenmarks, dessen Blutzufuhr

unbehindert ist, und von hier aus kann es sich durch die unversehrten Hinterstränge am 3ten Wirbel dem unteren Rückenmarkstheile mittheilen. — Der Tetanus kann also nicht blos in den Vorderpfoten, sondern eben so wohl in den Hinterpfoten entstehen.

Warum also, fragen wir jetzt, entsteht in dem Versuche I. VAN DEEN's kein Tetanus in den Hinterpfoten, sondern nur in den Vorderpfoten, — da doch die Verbindung des oberen Rückenmarkstheil mit dem unteren durch die beiden Hinterstränge noch fortbesteht, und also auch die Möglichkeit und Gelegenheit der Mittheilung des Giftes mittelst des Blutes durch die Capillargefässe der unversehrten Hinterstränge?

Wir antworten: weil der Frosch auf der Bauchseite, auf den Pfoten liegt, weil durch diese Lage die Wunde, der Queerschnitt des Rückenmarks, nach unten zu liegen kommt, weil dann alles vom oberen Rückenmarkstheil zu den Hintersträngen an der Stelle des 3ten Wirbels kommende Blut aus den hier verwundeten Capillargefässen ausfliesst, indem es der mechanischen Schwere folgt, und demnach der wirkliche Uebergang des Bluts aus dem oberen Theile des Rückenmarks in den untern durch das verwundete Capillarnetz ganz oder fast ganz verhindert wird.

Darin liegt der Grund, dass kein allgemeiner Tetanus bei den meisten dieser Versuche entstand; der wirkliche Uebergang des vergifteten Blutes aus dem oberen Theil des Rückenmarks in den unteren wurde durch die Wunde im Rückenmark, welche den Ausfluss alles hier von oben ankommenden Blutes begünstigte, verhindert; der untere Theil des Rückenmarks blieb sonach ohne Blut, das strychninhaltig war; es fand gar kein Blutübergang, gar keine Blutcirculation in demselben Statt. Darum zeigt er nur die Actionen, welche jedes einfach so getrennte Rückenmark eines nicht vergifteten Frosches zeigt.

Nun ist aber die Möglichkeit des Uebergangs von Blut aus dem oberen Theil des Rückenmarks in den unteren mittelst der unversehrten Hinterstränge und ihrer Capillargefässe in dem Falle denkbar, dass das von oben ankommende vergiftete Blut nicht gänzlich durch die Wunde der Vorderstränge nach unten abfliesst, seiner Schwere folgend, sondern ein Theil dieses anströmenden Blutes kann in den Theil des Rückenmarks unterhalb des Queerschnitts gelangen, und dieser Fall ist am ersten denkbar, wenn der Frosch mit grosser Vorsicht zu dem Experimente vorbereitet wurde, so dass kein Blutverlust eintrat. — In diesen Fällen aber sehen wir denn auch wirklich den Tetanus der Hinterpfoten entstehen, und so haben wir die wenigen Fälle erklärt, in denen wir, trotz gehörig ausgeführten Experiments nach van Deen, dennoch allgemeinen Tetanus entstehen sahen, und welche wir oben als solche anführten, die durch irgend ein Versehen bei dem Versuche hätten entstanden sein können.

Finden nun aber diese Fälle Statt, fragen wir, so ist es sehr zu verwundern, dass sie so selten sich zeigen. Wir könnten uns denken, dass die aus der Wunde aussickernden Blutbestandtheile auf der Wundfläche gerinnen, einen ferneren Ausfluss verhindern, und dadurch den Uebergang des vergifteten Blutes aus dem oberen Rückenmarkstheile mittelst der unversehrten Hinterstränge in den unteren begünstigten. — Wir könnten demnach fragen, ob nicht allgemeiner Tetanus eintrete, wenn man einen so operirten Frosch 4 bis 6 Stunden lang, und länger beobachtete, und dadurch dem unteren Theil des Rückenmarkes Zeit zur Aufnahme einer hinreichenden Menge vergifteten Blutes liesse.

Hierbei haben wir Folgendes zu bedenken:

Das Rückenmark bedarf einer bestimmten Dosis des Giftes, um dadurch bis zur Erzeugung des Tetanus verändert zu

werden*). Sehr unbedeutende Mengen afficiren es nicht bis zu dem Grade; darum ist es also wahrscheinlich, dass das im Blute suspendirte Gift um so früher zur Wirkung gelangt, je mehr Gift darin enthalten, und je kräftiger die Circulation dieses Blutes ist. — Hat also ein Frosch durch die Operation einen grossen Blutverlust, und somit eine Schwächung seiner Circulation erlitten, so wird, ceteris paribus, der Tetanus später eintreten, als umgekehrt, wenn gleich nach einem Blutverluste scheinbar die Quantität des im Blut befindlichen Gifts relativ grösser ist. — Wir sagen scheinbar, denn in der That ist sie nicht grösser. Je stärker nämlich der Blutverlust war, desto weniger sind die Capillargefässe ausgedehnt, und gespannt, desto mehrere derselben sind wohl gar entleert, desto geringere Mengen des Gifts können sich dann dem Blutstrome mittheilen, weil geringere Summen von Capillar-

*) Sehr interessant ist es zu beobachten, wie nach queerer Durchschneidung des Rückenmarks vom Rücken aus, zwischen dem 3ten und 4ten Wirbel, und nach dem Eingeben von 1 bis 2 Tropfen Strychnin in den Mund, vor dem Eintritt des Tetanus, die Hinterpfoten gegen Reize immer empfänglicher werden, oder wie die Reflexactionen auf sehr leise Reize immer energischer, lebhafter, rascher, heftiger eintreten, stets sich steigernd, bis auf einmal statt der Reflexbewegung urplötzlich der Tetanus-Anfall kommt. — Das Strychnin macht daher das Rückenmark reactionsvermehrend auf Reize. — Darin liegt die Grundwirkung. — Statt dass im Normalzustand ein Reiz auf sensitive Nerven von einfacher Reflexbewegung begleitet wird, folgt, nach Veränderung des Rückenmarks durch Strychnin, ein Sturm von Reflexbewegungen; und das ist der Tetanus, und weiter nichts. — Interessant wäre, zu entdecken, ob und wie die verschiedenen Substanzen des Rückenmarks durch das Strychnin und den Tetanus verändert würden. Microscopische Analyse giebt vielleicht Aufschluss. — Vielleicht chemische, was jedoch weniger wahrscheinlich ist. — Dass aber bei jedem Tetanus, sei er nun durch Strychnin, durch Verwundungen, durch Erkältungen etc. erzeugt, bei Menschen wie bei Thieren, eine gleiche Veränderung in der Structur und anatomischen Anordnung der einzelnen Bestandtheile des Rückenmarks Statt findet — das ist unsre Ueberzeugung. Davon noch vieles mehr an einem andern Orte.

gefässen der Imbibition zugänglich sind. — Denn, existirt kein Blutstrom, so imbibirt zwar das Gift in alle festweichen, feuchten Theile, aber — es tränkt nur seine nächste Umgebung, und wird nicht an die entfernteren Stellen geführt, was dagegen mit grosser Schnelligkeit geschieht, wenn das Gift dem strömenden Blute sich mittheilt. — War aber kein grosser Blutverlust bei dem Versuche entstanden, so müssen wir die Annahme gestatten, dass grössere Mengen des vergifteten Blutes, mittelst der Hinterstränge in den unter dem Queerschnitt liegenden Theil des Rückenmarks gelangen, so, dass sie hinreichend sind zur Erzeugung des Tetanus.

Aus diesen Gründen können und müssen wir sogar zugeben, dass auch nach durchschnittenen Vordersträngen in dem Experimente I. van Deen's geringe Mengen des vergifteten Blutes mittelst der Hinterstränge in den unter dem Durchschnitt gelegenen Theil des Rückenmarks gelangen; aber, diese geringe Quantität des vergifteten Blutes ist gewöhnlich nicht hinreichend zur Erzeugung solcher Veränderung des Rückenmarks, wie sie nothwendig ist zur Erzeugung des Tetanus; die Dosis des Giftes ist zu schwach, darum entsteht kein Tetanus. — Ist sie aber hinreichend, und das geschieht in seltenen Fällen, so entsteht allerdings Tetanus, wie wir einige wenige Male beobachtet haben, und wovon bereits gesprochen worden ist.

Jedenfalls aber ist die Menge des vergifteten Blutes, welche sich dem unteren Rückenmarkstheile von dem oberen her mittelst der Hinterstränge mittheilen kann, eine sehr bedeutend geringere (in van Deen's Versuch I.) als die, welche in dem oberen Theile des Rückenmarks selbst circulirt, denn der gröste Theil des ankommenden Blutes läuft durch die Wunde der Vorderstränge aus. — Während also in dem oberen Theile des Rückenmarks eine hinreichende Menge vergifteten Blutes ist, um den Tetanus der davon abhängigen Theile zu erzeugen, ist in dem unteren Rückenmarkstheile eine

ungleich geringere Quantität, unfähig das Rückenmark bis zur Entstehung des Tetanus zu verändern.

Wenn wir nun aber auf solche Weise ein Minimum von Blutzufuhr zum unteren Theile des Rückenmarks in den gewöhnlichen Fällen zugeben, so müssen wir bedenken, dass diese nicht im Stande ist, die Function des unteren Rückenmarkstheils viel länger zu erhalten, als vielleicht nur wenige Minuten über den Zeitraum hinaus, binnen welchem wir die Function des Nervensystems fortbestehen sehen, auch nach gänzlich aufgehobener Circulation. Nun wissen wir aber, dass nach einer halben, nach einer oder anderthalb Stunden das Rückenmark aufhört seine Action zu üben, wenn die Blutcirculation in demselben aufgehoben war. Wir müssen also zugeben, dass, je längere Zeit nach dem van Deen'schen Versuche I. verstreicht, um so mehr der untere Theil des Rückenmarks unfähig wird gegen die durch Strychnin bewirkten Veränderungen zu reagiren. — Denn gesetzt auch, es würden nach und nach immer mehr Theile des vergifteten Blutes von dem oberen in den unteren Theil des Rückenmarks übergeführt, so war doch bis zu der Zeit, wo die Menge desselben zur Erzeugung des Tetanus hinreichend gewesen wäre, die Function des Rückenmarks (unteren Theils) so sehr verringert oder erloschen, dass sie keine Reactionen mehr zeigen konnte. Denn eine unmittelbare Application des Giftes auf den unteren Rückenmarkstheil bringt ja, wie wir oben gesehen haben, $1/2$ bis 1 Stunde nach unterdrückter Blutcirculation, keinen Tetanus mehr hervor.

Zwei Umstände also verhindern in der Mehrzahl der Fälle bei dem van Deen'schen Versuche I. die Entstehung des Tetanus in den hinteren Theilen:

1. Die zu geringe Menge des in den unteren Rückenmarkstheil eindringenden Blutes.

2. Die in steter Progression abnehmende Action des Rückenmarks, die zuletzt auch bei hinreichender Menge ver-

gifteten Blutes nicht mehr zur Reaction fähig ist. — Während dagegen der Tetanus in den Hinterpfoten allerdings entsteht, wenn, durch die obengenannten Umstände begünstigt, der Uebergang des vergifteten Blutes aus dem oberen Rückenmarkstheile mittelst der Hinterstränge in den unteren stärker Statt findet und — hinreichende Theile des Giftes binnen kurzer Zeit dorthin führt, wodurch die Reaction und Veränderung des Rückenmarks erzeugt wird.

Die Begünstigung dieses Blutüberganges aus dem oberen Rückenmarkstheile in den unteren liegt aber vollkommen in unsrer Willkür, indem wir das Blut verhindern, aus der Wunde, durch die eigne mechanische Schwere, auszlaufen.

Also, wir erzeugen in allen Fällen den allgemeinen Tetanus bei dem Versuch I. van Deen's, wenn wir den Frosch auf den Rücken legen, so, dass die Wunde der Vorderstränge oben, und die unversehrten Hinterstränge unten liegen. — In dieser Lage des Frosches wird also das von dem oberen Rückenmarkstheile zu dem Rückenmark am 3ten Wirbel ankommende vergiftete Blut verhindert, durch seine mechanische Schwere, in der Masse auszufliessen, wie in der umgekehrten Lage auf der Bauchseite, wo die Wunde der Vorderstränge unten, und die Hinterstränge oben waren. — Vielmehr wird die gröste Menge des ankommenden Blutes durch die Capillargefässe der Hinterstränge in den Rückenmarkstheil unterhalb des Durchschnitts übergeführt, und nur eine geringe Menge des Blutes, von den durchschnittenen Capillargefässen der vorderen Stränge des oberen Rückenmarkstheils zu der Wunde hingeführt, wird ausfliessen, und nicht in den unteren Rückenmarkstheil übergehen.

Darum entsteht bei Versuch I. van Deen's stets Tetanus in den Hinterpfoten, wenn der Frosch nach dem Versuche auf den Rücken gelegt, und in dieser Lage erhalten wird; und aus den oben angeführten

Gründen entsteht nur sehr selten dieser Tetanus der Hinterpfoten, wenn der Frosch nach dem Versuche auf die Bauchseite gesetzt wird.

Wir haben also gefunden, dass nicht die Art der Verletzung des Rückenmarks die Entstehung oder Verhinderung des Tetanus in den Hinterpfoten bedingt, sondern die zufällig verhinderte oder nicht verhinderte Mittheilung des Blutes vom oberen Theile des Rückenmarkes zum unteren, durch die eben so zufällige Lage.

Wir haben aber zur Evidenz bewiesen, dass

1. Durch die von van Deen angegebene Versuchsmethode der Uebergang des Blutes von einem Rückenmarkstheile zum anderen nicht verhindert werden kann; wir haben ferner bewiesen,

2. Dass der Tetanus nicht als eine blosse Fortpflanzung eines Zustandes im Rückenmarke von einem Theile desselben auf andre, die nicht eben so wie der erste vom Gifte verändert sind, zu betrachten ist, sondern dass ein jeder Theil, der Tetanus bewirkt, vom Gifte selbst durchaus verändert sein muss; darum müssen wir also den Schluss ziehen, dass:

3. Die von van Deen aufgestellten Principien und Fundamente dieses Versuches auf unrichtigen Voraussetzungen beruhen. — Und dass

4. Die aus diesem Versuche gezogenen Schlüsse durchaus unrichtig sind. — Denn in van Deen's Sinne müssten wir alsdann auch den Schluss ziehen, dass die Hinterstränge, und nicht die Vorderstränge, motorisch seien, wenn der Frosch nach dem Versuche auf den Rücken, statt auf die Bauchseite, gelegt wird, und hiernach Tetanus in den Hinterpfoten wie in den Vorderpfoten trotz durchgeschnittener Vorderstränge zeigt.

Wir fordern Herrn van Deen auf, im Interesse der Wissenschaft, seine Versuche zu wiederholen, unsre Mittheilungen hierüber zu berücksichtigen, und dann seine Schlüsse von

neuem zu ziehen. Wir sind nicht im Zweifel, wie sie ausfallen werden. Denn VAN DEEN hat das ächt wissenschaftliche Beispiel wiederholt gegeben, dass er einen Irrthum, wenn er sich davon überzeugt, frei eingesteht, und zurücknimmt, wovon das „second supplement" seines so anregenden Werkes, für das ihm die Wissenschaft in jedem Falle vielen Dank schuldig ist, hinreichende Beweise giebt.

Wir sind also zu der allerdings in gewisser Hinsicht misslichen Nothwendigkeit gelangt, die Schlüsse VAN DEEN's aus allen den Versuchen, die mit dem Experiment I. in gleiche Categorie zu setzen sind, zurückzuweisen. — Indess wir wollen aus den verschiedenen Versuchen VAN DEEN's, und deren Modificationen, den göstmöglichen Nutzen für die Wissenschaft zu ziehen suchen; und hier haben wir ein eclatantes Beispiel, wie die Wissenschaft oft durch Irrthümer mehr gewinnt, wenn sie aufgefunden werden, als durch manche Entdeckungen. — Gehen wir darum zu seinen folgenden Versuchen über.

Versuch **II.** (p. 55.) „Behandelt man einen Frosch so wie im Versuch I., schneidet man aber ausserdem noch an der Stelle, wo die Vorderstränge durchgeschnitten sind, einen der Hinterstränge durch, dergestalt, dass an dieser Stelle des Rückenmarks nur noch der eine Hinterstrang unversehrt übrig geblieben ist, so wird man nach der Vergiftung dieselben Symptome bemerken, wie die, welche im vorhergehenden Experimente I. beschrieben wurden."

Dieses von VAN DEEN angeführte Experiment, das nur eine Modification des vorhergehenden ist, wodurch die Verbindung des oberen Rückenmarkstheils mit dem unteren durch eine noch schmälere Brücke, nämlich nur einen Hinterstrang, unterhalten wird, zeigt ganz dieselben Resultate bei der Wiederholung, wie VAN DEEN es angiebt, wenn der Frosch auf die Pfoten, oder auf die Bauchseite gesetzt wird, nachdem die Vergiftung bewirkt worden ist.

Aus unsrer Erläuterung des vorhergehenden Versuchs ist es hinreichend klar, dass aus der hier noch grössern Wunde im Rückenmark das von oben ankommende Blut in noch grösserem Maasse ausfliessen, und sich dem unteren Theile noch weniger mittheilen wird. — Es ist daher dieser Versuch vollkommen von solchen Resultaten begleitet, als hätte man das Rückenmark an dieser Stelle gänzlich durchgeschnitten*).

Aber ganz anders stellen sich auch bei diesem Versuche wiederum die Resultate heraus, wenn man den Frosch unmittelbar nach der Vergiftung auf den Rücken legt, und in der Rückenlage erhält. — Alsdann entstehen dieselben von uns in unsrer vorhergehenden Erläuterung zum Versuch I. beschriebenen Symptome; zuerst ein mehr oder weniger heftiger Ruck in sämmtlichen Muskeln des Vorder-, wie des Hinterkörpers; alsdann nach einigen Minuten, wenn die Operation gut gemacht, und die Verletzungen ohne starken Blutverlust bewirkt worden waren, ein allgemeiner Tetanus, in den Hinterpfoten wie in den Vorderpfoten.

Sehr interessant ist es hierbei zu beobachten, wie eine bestimmte Menge des Giftes durchaus erforderlich ist, um das Rückenmark bis zur Erweckung des Tetanus zu verändern. Denn entstand während des Versuchs ein Blutverlust, und es ist oft schwer solchen zu verhüten, so sieht man etwa 10 Minuten nach dem Eingeben des Giftes in den Mund in allen vorderen Theilen, Kopf, Vorderpfoten einen starken Tetanus-Anfall entstehen, aber in demselben Momente entsteht wiederholte Zuckung in beiden Hinterpfoten, die ein wenig gestreckt, wenn gleich nicht tetanisch

*) Auch das Experiment I. zeigt keine andren Resultate, wenn der Frosch auf der Bauchseite nach der Vergiftung liegt, und Tetanus der Hinterpfoten durch diese Lage verhindert wird. Es folgen dann dieselben Erscheinungen, wenn man statt der Vorderstränge das ganze Rückenmark an dieser Stelle durchschneidet.

gespannt werden, Zugleich spreizen sich die Fusszehen beider Hinterpfoten mehr oder weniger stark auseinander, und spannen die Schwimmhäute. — Diese Bewegung in den Hinterpfoten dauert so lange, als der Tetanus-Anfall in den Vorderpfoten; oft wiederholen sich diese Bewegungen bei den späteren Tetanus-Anfällen der vorderen Theile, zu gleicher Zeit mit ihnen, oft verstärken sie sich, und gehen in wirklichen Tetanus der Hinterpfoten über bei den später nachfolgenden Tetanus-Anfällen der vorderen Theile; in andern Fällen erlöschen sie, nachdem sie sich einmal gezeigt haben.

Diese Phänomene, welche wir vielfach beobachtet haben, geben zu den interessantesten Erörterungen Anlass. — Denn es wird hierdurch der stringenteste Beweis gegen die Ansicht van Deen's geliefert, der nämlich: dass auch die Hinterstränge fähig sind, von oben nach unten die Zustände ihrer Theile fortzuleiten, oder besser gesagt:

Dass auch die Hinterstränge Zustände ihrer Action nicht blos von unten nach oben zum Gehirne zu, sondern auch in umgekehrter entgegengesetzter Richtung weiter verbreiten, dass die oberen Theile des Rückenmarks mittelst der Hinterstränge auf die unteren wirken, dass Bewegung, durch Action eines oberen Theils des Rückenmarks erweckt, den unteren Rückenmarkstheil mittelst der Hinterstränge mit afficirt, anregt, dass also auch durch die Hinterstränge die Thätigkeit des Rückenmarks, welche Muskelbewegung erzeugt, auf untere Theile dieses Organs weiter verpflanzt werden kann. — Die Hinterstränge üben nicht blos eine einseitige Leitung von unten nach oben. Denn: in vielen Versuchen dieser Art sehen wir, wenn Tetanus der vorderen, und nicht zugleich der hinteren Theile entsteht, dass im Momente des Eintritts der tetanischen Zuckungen der Vorderpfoten zugleich die Hinterpfoten zucken, aber nicht wirklich tetanisch werden.

Es ist also ausgemacht, dass zu der Zeit, wo die Vorderpfoten vom Tetanus befallen werden, der obere Theil des

Rückenmarks in hinreichender Menge von dem durch das Blut zugeführten Gifte durchdrungen, und in hinreichendem Grade verändert war, zur Erzeugung des Tetanus; dass dagegen zu dieser Zeit der untere Theil des Rückenmarks eine zu geringe Menge des vergifteten Blutes enthielt, um dadurch bis zur Hervorrufung des Tetanus verändert zu werden. — Der untere Theil des Rückenmarks würde also zu dieser Zeit noch keine Zuckung der Hinterpfoten bewirkt haben, wäre er nicht dazu angeregt worden. Denn der Tetanus bricht, wenn der Frosch ruhig nach der Vergiftung sitzt, mit einem Schlage, urplötzlich aus, wie eine electrische Batterie mit einem Schlage sich in den benachbarten Leiter entladet, sobald ihre Ladung eine solche Kraft oder Spannung erreicht hat, dass sie auf den nicht zu nahen entladenden Metallknopf etc. überspringen kann.

Daraus geht also zur Evidenz hervor: der obere Theil des Rückenmarks theilte seine heftige Reaction gegen das Gift dem unteren Rückenmarkstheile mittelst des einen hinteren Stranges, in der Richtung von oben nach unten, mit, und bewirkte dadurch dessen Reaction. — Wir haben oben bereits erwähnt, dass das Strychnin gleichsam nur Reflex-Erhöhung, oder Verstärkung des Reflex-Acts, bewirkt, — darum sehen wir in dem untern Rückenmarkstheile, — der noch zu wenig vom Gifte afficirt ist, um den Reflex-Sturm zu erzeugen (den Tetanus), dass nur die Zeichen einer stärkeren oder schwächeren Anregung zu Bewegungen in ihm statt finden. Daher sehen wir gleichsam eine Vermehrung des Tonus aller der Muskeln die von den aus ihm entspringenden Nerven ihre Bewegungsfähigkeit erhalten; die Schwimmhäute beider Hinterpfoten spannen sich, die Zehen unduliren gleichsam mehr und weniger abwechselnd auseinander, die sämmtlichen Muskeln beider Hinterpfoten werden härter, contrahiren sich; waren die Hinterpfoten in den Gelenken gebogen, so strecken sie sich mehr oder weniger —

kurz, man sieht alle Elemente des Tetanus, aber nur schwache Grade desselben, er ist nicht zu seiner Höhe entwickelt; und dazu bedarf es nur einer etwas stärkeren Veränderung und Anregung der Action des Rückenmarkes; diese wird, wie gesagt, oft noch bewirkt, wenn etwas mehr vergiftetes Blut in den unteren Rückenmarkstheil eindringt; oder auch diese Bewegungen erlöschen, wenn jenes nicht statt findet.

Dieser Versuch also giebt uns einen doppelten Nutzen, und beweist zu gleicher Zeit zwei Unrichtigkeiten in den Annahmen van Deen's:

1. Der Tetanus der Hinterpfoten wird nicht verhindert, wenn nur noch ein Hinterstrang den oberen Theil des Rückenmarks mit dem unteren verbindet.

2. Die Hinterstränge leiten Eindrücke des oberen Rückenmarkstheils auf den unteren über, in der Richtung von oben nach unten, und ausschliesslich mittelst ihrer eigenthümlichen Organisation, ohne Mithülfe der Vorderstränge*).

---

*) Jedoch möge man hier nichts missverstehen. — Wir behaupteten oben, dass die Entstehung des allgemeinen Tetanus nur dadurch bewerkstelligt werde, dass sämmtliche Theile des Rückenmarks mit dem Gifte imprägnirt werden. — Dass also im Versuch I. und II. die Entstehung des Tetanus in den Hinterpfoten nur von dieser mechanischen Ueberführung des vergifteten Blutes in den Theil des Rückenmarks unterhalb des Schnitts herrührt; — dass aber, wenn die Vergiftung des unteren Rückenmarkstheils nicht hinreichend ist zur Erzeugung des vollständigen Tetanus; nur Bewegungen, — nicht tetanische — in den Hinterpfoten entstehen, — vermittelt durch die Erregung des unteren Rückenmarkstheils von dem oberen her mittelst der noch ungetrennten Hinterstränge. — van Deen aber behauptet, dass Tetanus der Hinterpfoten entstehen könne, ohne dass der untere Theil des Rückenmarks vergiftet, ohne dass derselbe überhaupt mit dem Gifte imprägnirt sei, — wenn die Vorderstränge unversehrt seien. van Deen glaubt also irrthümlicher Weise, dass die Veränderung des oberen Theils des Rückenmarks durch Strychnin sich ganz eben so in den unteren, nicht vergifteten, fortpflanzen könne. — Dass also Tetanus der Hinterpfoten, bei von aussen gehemmter Blutzufuhr zum unteren Theil des Rückenmarks nur die einfache

Wir könnten und müssten in VAN DEEN's Sinne hiernach schliessen, die Hinterstränge (hintere graue und weisse Substanz) seien motorisch, weil VAN DEEN aus dem Nichtauftreten des Tetanus in dem, nach seiner Art geleiteten, Versuche schloss, dass die vorderen Stränge die motorischen seien, indem nur sie die Reizung des oberen Rückenmarkstheils nach unten fortpflanzen.

Wir haben aber gezeigt, dass aus der Fortleitung des Reizes von einem Rückenmarkstheile zum andern nichts geschlossen werden kann; dass diese Fortleitung in allen Richtungen den Vordersträngen, wie den Hintersträngen eigenthümlich ist; und wir haben ferner gezeigt, dass die Entstehung des Tetanus in den Hinterpfoten in diesem Experiment II. von ganz andern Dingen verhütet oder herbeigeführt wird, als von der Verletzung des Rückenmarks; dass somit auch dieser Versuch durchaus unbezeichnend, und nicht gültig ist, ein Urtheil über die einzelnen Theile des Rückenmarkes begründen zu helfen.

III. „Hat man einen Frosch so behandelt, wie im Versuche I., und trennt man nachher, unterhalb des Queerschnitts in die Vorderstränge, den unteren Theil des Rückenmarks, in der Mittellinie, in zwei gleiche Seitenhälften, dergestalt,

---

Fortpflanzung der Veränderung des oberen Rückenmarkstheils auf den unteren sei; eine Annahme, die wir theils widerlegt haben, theils noch mehr widerlegen werden, und welches dem oben angeführten Schluss nicht widerspricht.

Denn die Bewegungen der Hinterpfoten in den Versuchen I. und II. sind in folgender Weise verschieden: a) es ist fast gar kein Gift in den unteren Theil des Rückenmarks gelangt. Dann entsteht vorn Tetanus, und hinten keine oder nur sehr schwache Reflexbewegung. b) Es ist vergiftetes Blut in den unteren Rückenmarkstheil gelangt, doch nicht in der Menge, um Tetanus zu erzengen. Dann entsteht vorn Tetanus, und Reflexbewegung mehr oder weniger stark im Verhältniss zur Menge des Giftes in den Hinterpfoten. c) Es ist hinreichend viel vergiftetes Blut auch in den untern Theil des Rückenmarks gelangt: alsdann entsteht allgemeiner Tetanus.

dass die beiden Hälften des Rückenmarks von dem Queerschnitt in die Vorderstränge an bis ans Ende gänzlich durchgeschnitten sind, so beobachtet man nichts desto weniger alle bei dem Versuche I. angegebenen Symptome."

Auch dieser Versuch zeigt die von VAN DEEN angegebenen Symptome, wenn der Frosch unmittelbar nach der Vergiftung auf die Bauchseite gelegt, und in dieser Lage erhalten wird. — Legen wir aber, nachdem die Operation zu diesem Versuche gemacht worden, und das Gift in den Mund eingegeben ist, den Frosch auf den Rücken, und erhalten ihn in dieser Rückenlage hinreichende Zeit hindurch, so sehen wir Tetanus nicht allein in den vordern Körpertheilen, sondern auch in beiden Hinterpfoten entstehen. — Also auch hier treten wieder die ganz entgegengesetzten Symptome auf, je nachdem der Frosch auf der Bauchseite oder auf dem Rücken liegt, wie wir schon a priori hätten annehmen können. — Jedoch haben wir hierbei mehrfache Erörterungen vorauszuschicken und namentlich den Versuch genauer zu analysiren, um die nach demselben eintretenden Erscheinungen genauer deuten zu können. — Sprechen wir zuerst über die mechanische Ausführung der Operation selbst. — Mit Recht sagt VAN DEEN, dass sie eine sehr schwierige zu nennen ist, die Theilung des Rückenmarks der Länge nach, genau in seiner Mittellinie. — VAN DEEN bedient sich dazu eines sehr scharfen, zweischneidigen Messerchens, dessen Spitze er zuerst in die Mittellinie des untersten Rückenmarkstheils einsticht, und alsdann von unten nach oben (oder von hinten nach vorn), mit der grösten Vorsicht und sehr langsam vorwärts führt, ohne die Mittellinie zu verlassen, und ohne mit der Hand zu zittern, bis die beiden Seitenhälften hinreichend von einander getrennt sind.

Jeder sieht leicht ein, dass, bei gehörigem Geschicke, die Operation nach VAN DEEN's Vorschrift gehörig ausführbar ist; indess bleibt eine Zerrung des Rückenmarks doch nie

dabei aus, und eben so wenig eine mehr oder weniger starke Zerrung der Nervenwurzeln beider Seiten, welche dem vorwärts dringenden schneidenden Messer den eigentlichen Gegenhalt bieten, damit nicht das Rückenmark vom Messer, statt zerschnitten zu werden, in die Höhe geschoben wird. — Darum haben wir, nach wiederholten Versuchen, es vorgezogen, mit einer feinen, geraden Augenscheere die Längstheilung zu bewirken, und wir glauben, dass dieses die beste Methode zu dieser Operation sei. — Wir fassen also mit Daumen und Zeigefinger den Vordertheil des Frosches hinter beiden Vorderpfoten, mit den drei übrigen Fingern halten wir den in die flache Hand eingeschlagenen Hinterkörper des Frosches und die beiden Hinterpfoten, so, dass es ihm unmöglich ist, sich zu bewegen. In das entblöste, von den Kalkkrystallen mittelst eines zarten Schwämmchens gereinigte Rückenmark stechen wir nun die Spitze der einen Scheerenbranche dergestalt ein, dass wir zuerst den schwanzförmigen, grauen Anhang des Rückenmarks, aus dem keine Nerven entspringen, in der Mitte vertical bis auf die Knochen des Wirbelcanals durchstechen. Es bedarf hierzu einer gewissen Fertigkeit, denn dieser Anhang des Rückenmarks ist so schlüpfrig und elastisch, dass er unter der Scheerenspitze sehr oft ausweicht, ehe man lernt ihn rasch und sicher zu durchstechen. — Ist dies aber gelungen, so schiebt man die durchgestochene Branche weiter vor nach oben, und schneidet zuerst diesen Theil in der Mittellinie der Länge nach durch; alsdann schiebt man die Scheerenbranche immer weiter in die Höhe, vorsichtig, und in kurzen Strecken, so, dass das Rückenmark theilweise auf der einen Scheerenbranche liegt; alsdann schneidet man, während die Scheere genau mit der Axe des Rückenmarks in gleicher Ebene gehalten wird, in der Mittellinie des Rükkenmarks letzteres der Länge nach durch, so weit hinauf als man will. — Auf solche Weise kann man nach einiger Uebung, binnen wenigen Minuten das Rückenmark blos legen, und das-

selbe, nebst dem Gehirn, in der Mittellinie der Länge nach theilen. — Es ist bekannt, dass die Schnitte mit guten Scheeren an Reinheit und Feinheit den Schnitten mit Messern nicht nachgeben — darum verdient unser Verfahren, wie uns dünkt, den Vorzug vor den übrigen, weil bei dem Durchschneiden des Rückenmarks letzteres sich auf die untere Scheerenbranche stützt, um der zertrennenden Gewalt zu weichen; während bei der Trennung mit dem Messer die Nervenwurzeln beider Seiten den Gegenhalt gegen die trennende Gewalt des Messers ausüben müssen, was ohne mehr oder weniger bedeutende Zerrung dieser Nerven wie des Rückenmarks selbst, und der Verbindungspunkte beider, nicht abgeht. Iedenfalls aber ist die von van Deen vorgeschlagene Methode der Theilung viel besser, als die Handhabung, deren Volkmann (Müller's Archiv 1838. p. 19) sich zur Theilung des Rückenmarks bediente. —

Gehen wir nun über zur Betrachtung der Veränderungen in den Functionen eines Frosches, dem das Rückenmark getheilt ist. — Wir haben eine sehr bedeutende Anzahl von Versuchen über die Längstheilung des Rückenmarks angestellt, und sprechen also durchweg auch hier aus eigner Erfahrung.

1. Theilung des gesammten Centralnervensystems. Führen wir den Schnitt von der cauda equina an durch die ganze Länge des Rückenmarkes, und von da weiter hinauf durch den schmalen Streifen, welcher das kleine Gehirn repräsentirt, und immer noch vorwärts durch Vierhügel und grosses Gehirn, genau in der Mittellinie, so dass also das ganze centrale Nervensystem in zwei gleiche Hälften der Länge nach getheilt wird, so bleibt hiernach anfangs der Frosch wie leblos liegen. Iede willkürliche Bewegung scheint erloschen; auch tritt nach kürzerer oder längerer Zeit, gewöhnlich nach einigen (6—8) Stunden vollständiger Tod ein, so dass alsdann durch keine Erregung mehr ein Lebenszeichen hervorzurufen ist. — Zehn bis funfzehn Minuten nach

der Operation aber treten Respirationsbewegungen beider Nasenlöcher zugleich ein, und ein oder beide Augen werden aufgeschlagen. Reizen wir nach der Operation in diesem Zeitraume die einzelnen Theile, so sehen wir unzweideutige Reflexbewegungen. So zieht sich das Auge zurück und schliesst sich, wenn man dasselbe oder das Nasenloch derselben Seite reizt; die Vorderpfote bewegt sich wenn man deren Zehen kneipt; und eben so die Hinterpfote. Die Bewegungen aber bleiben auf die gereizte Seite beschränkt, — und auch nicht durch den heftigsten Reiz einer Seite gelingt es Bewegungen der andern hervorzurufen. — Oft gelingt es nur, Reflexbewegungen an einer oder der andern Pfote zu erzeugen, und an den übrigen nicht. Das kommt entweder von der fast unvermeidlichen Schwierigkeit der Operation, welche den einen Theil etwas drückt, zerrt etc., oder auch daher, dass in einem Theile des getheilten Nervensystems die übrig gebliebene mögliche Function rascher wiederkehrt als in dem andern, dass der eine Theil sich rascher von dem heftigen Eingriff erholt als der andre, — dass die geringe Blutcirculation in dem einen vielleicht zu einem geringen Grade rascher wieder das Spiel des Lebens erneuert als in dem andern etc. Sehr interessant aber sind die auf entfernte Stellen nach Reizung fortgepflanzten Eindrücke und Bewegungen. So sehen wir sehr oft, dass die Vorderpfote den auf die Nasenöffnung oder den Mundrand angebrachten Reiz abwischt; dass nach Kneipen der Vorderzehe sich die meisten Muskeln des Rumpfs dieser Seite bewegen, und auch der Kopf nach dieser Seite hingezogen wird etc.

Aus diesen Erscheinungen*) sehen wir, dass die Längstheilung nicht verhindert, dass Eindrücke, von den sensitiven

*) Die anfangs auftretenden Respirationsbewegungen erlöschen bald, und kehren nicht wieder. Darüber an anderm Orte wichtige Erörterungen.

Nerven zu den Hintersträngen und der hinteren grauen Substanz gelangend, sich der vorderen grauen Substanz den Vordersträngen und den motorischen Nervenwurzeln mittheilen, wenn auch nur auf der gereizten Seite, nicht aber auf die gereizte Stelle beschränkt. — Dass aber diese Reizung wie im Gehirn so auch in dem getheilten Rückenmarke eine grössere oder geringere Strecke weit auf ursprünglich nicht gereizte Theile durch Willen, wie durch Reflex, sich fortpflanzen kann, das werden wir bald aus den nachfolgenden Versuchen noch besser zur Evidenz erweisen.

2. Partielle Theilung des Centralnervensystems. a) Des Gehirns. Theilt man einem Frosche blos die Gehirntheile, bis zum 1ten Wirbel, so bleibt derselbe nach der Operation unbeweglich liegen, wie ein Frosch, den man seines Gehirns beraubt hat; — das Thier zeigt anfangs einen Stupor, aus dem es nur durch Reize auf einen Moment erweckt werden kann. Unmittelbar nach der Operation hört die Respiration auf, die Nasenlöcher bewegen sich nicht mehr, die Augen sind geschlossen; bald aber erneuern sich alle diese Actionen, und kneipt man alsdann eine Pfote, so macht der Frosch einen Sprung oder mehrere Schritte vorwärts, und bleibt dann wieder in seinem Stupor liegen. Von Zeit zu Zeit bewegt er sich von freien Stücken und zeigt später die deutlichsten Beweise von vorhandener Willkühr. Setzt man ihn in ein Glas, so stellt er sich an den Wänden desselben in die Höhe und sucht herauszukommen. Reizt man eine Seite des Kopfs, so bewegt sich mehr oder weniger der ganze Körper. So kann das Thier mehrere Tage, ja Wochen und Monate am Leben erhalten werden, wenn man es in einem Gefässe mit sehr wenigem Wasser aufbewahrt, so, dass das Eindringen dieser Flüssigkeit in die Kopfhöhle verhindert wird. — Geschieht dies nämlich nicht, so weicht das Wasser Gehirn und Rückenmark auf, und der Tod tritt binnen wenigen Stunden ein.

Wir müssten nur das schon Gesagte wiederholen, wollten wir mehr als erwähnen, dass in den von dem getheilten Gehirne mit Bewegungsnerven versorgten Theilen noch stärkere oder schwächere Reflexbewegungen hervorzubringen sind, dass aber der übrige Körper sich gerade so, wie der eines geköpften Frosches verhält.

b) Des ganzen Rückenmarks. Legt man einem Frosche das ganze Gehirn und Rückenmark blos*) und theilt das Rückenmark der Länge nach in der Mittellinie von der cauda equina an bis zu dem schmalen Hirnstreifen, welcher das kleine Gehirn repräsentirt, so sieht man das Thier anfangs ganz ruhig liegen bleiben. — Zuweilen sieht man aber, wenn es sich von dem heftigen Eingriffe der Operation erholt hat, dass es die eine oder andre Pfote anzieht, von freien Stücken. — So haben wir zuweilen gesehen, dass ein Frosch, nach getheiltem Rückenmarke, von freien Stücken eine Hinterpfote an den Leib anzog. — Wir deuten diese Bewegung allerdings als eine unwillkürliche; dass sie aber auch willkürlich sein kann, werden wir noch beweisen. Reizt man eine oder die andre Pfote, so sieht man deutlich Reflexbewegung entweder der gereizten Pfote ausschliesslich

---

*) Nach dieser Operation hüpfen die Frösche, so munter als wäre ihnen gar nichts geschehen. — Dieser Umstand muss das Criterium sein, ob bei der Bloslegung des Nervensystems nicht schon eine unbemerkt gebliebene Verletzung desselben gemacht worden ist. Wir sind zu dieser Bemerkung durch eine in neuester Zeit erschienene Schrift veranlasst worden, in welcher behauptet wird, dass nach Bloslegung des Gehirns und Rückenmarks bei Fröschen meistentheils ein baldiger Tod eintrete. Wir haben aber durch directe Versuche gefunden, dass bei so behandelten Fröschen der Tod nicht allein nicht alsbald eintritt, sondern wir haben solche Frösche vier Tage nach der Operation noch mit derselben Lebhaftigkeit sich bewegen gesehen, wie unmittelbar nach der Operation. Späterhin nehmen die Bewegungen ab, und die Thiere sterben durch Abnormität ihrer Blutcirculation im Rückenmark, welches wie entzündet aussah.

eintreten, oder die Bewegungen zeigen sich an nicht gereizten Stellen in grösserer Ausbreitung; aber nicht nur auf derselben Seite, sondern auch auf der andern. — So sahen wir nach Reizung einer Hinterzehe Contractionen der Bauchmuskeln derselben Seite eintreten, obgleich die Hinterpfote selbst nur äusserst schwache Reflexbewegungen zeigte. — Ferner:

Reizen wir den Kopf, so sehen wir das sehr interessante Phänomen, dass die Vorderpfoten durch willkürliche oder reflectirte Bewegung*) den Reiz zu entfernen suchen. — So haben wir gar oft den Versuch wiederholt, mit einer Staarnadel das eine oder andre Nasenloch zu reizen. Wir sahen alsdann unmittelbar hiernach die entsprechende Vorderpfote derselben Seite mit aller Gewalt das reizende Instrument von der gereizten Stelle förmlich hinwegkratzen. So haben wir zu wiederholten Malen gesehen, dass solche Frösche, wenn wir denselben den Mund gewaltsam öffnen wollten, um ihnen Strychnin einzugeben, mit beiden Vorderpfoten unsre Finger abzuwehren suchten. Dabei beobachtet man das interessante Factum, dass die eigenthümliche Harmonie der Bewegungen beider Vorderpfoten verloren ist. Die Frösche bewegen ihre Vorderpfoten zwar nach der gereizten Stelle hin, es gelingt ihnen aber nicht gehörig, wie gesunden Fröschen, die zweckmässigsten Bewegungen zu machen; dies ist aber nur der Fall, wenn beide Vorderpfoten zu gleicher Zeit in Bewegung gesetzt werden, während wir gesehen haben, dass die Bewegungen einer Vorderpfote allein vollkommen zweckmässig und kräftig sein können, und gewöhnlich sind. — Ia, wir haben sogar das merkwürdige Factum beobachtet, dass ein Frosch, dem das ganze Rückenmark bis zum Gehirn getheilt war, in

*) Wir werden weiter unten sehen, dass diese Bewegung als eine willkürliche gedeutet werden kann und muss.

beiden Hinterpfoten und der linken Vorderpfote sehr bedeutende Reflexbewegung zeigte — dass ein solcher Frosch, sagen wir, einen auf den Kopf angebrachten Reiz mit der Hinterpfote der linken Seite abwehrte. Fernerhin: Reizt man einem so operirten Thier die eine Hinter- oder Vorderpfote, so zeigen sich Bewegungen zur Flucht oder Abwehr nicht blos auf der gereizten Stelle und Seite, sondern auch in allen Theilen der entgegengesetzten Seite.

Aus diesen höchst interessanten Thatsachen fliesst also der evidente Schluss, dass der Eindruck eines Reizes von einem Punkte des getheilten Rückenmarks auf entfernte Punkte derselben Rückenmarkshälfte weiter fortgepflanzt werden kann, ohne Vermittelung der andern Seitenhälfte; und zwar 1) in der Richtung von unten nach oben.

Es fliesst aber nicht minder der Schluss daraus, dass auch 2) in entgegengesetzter Richtung, nämlich von oben nach unten in derselben Rückenmarkshälfte die Reizungen sich fortpflanzen, dass von einem Theile des Gehirns aus auf jede der mit ihm zusammenhängenden Hälften des Rückenmarks, der Reiz, von irgend einem Eindrucke, von der Peripherie her entstanden, sich weiter fortpflanzen kann. Und da wir den Willensreiz als ein oft viel stärkeres Agens auf die Bewegungsnerven erkennen gelernt haben, wie den Reiz durch die leichteren oder stärkeren mechanischen Eindrücke von der Peripherie her, so schliessen wir a priori, dass auch der Willenseinfluss auf jede Hälfte des Rückenmarks Wirkung hat, und darin sich fortpflanzt, ohne der Verbindung mit der andern Seitenhälfte des Rückenmarks zu bedürfen. — Ein specieller Versuch erläutert diesen Punkt noch besser:

c) Theilung des unteren Theils des Rückenmarks. Legt man einem Frosche das Rückenmark blos, und theilt dessen unteren Theil, von der cauda equina bis über den Ursprung der Nerven für die Hinterpfoten, so wird man bemerken, dass der Frosch, nach einiger Erholung von der

erschütternden Operation*), mit beiden Hinterpfoten Anstrengungen zum Vorwärtskriechen macht, während gleiche Anstrengungen mit beiden Vorderpfoten sehr anhaltend ausgeführt werden. Sehr häufig sieht man, dass es den so operirten Fröschen gelingt, die eine oder die andre Hinterpfote sehr rasch, ganz wie gesunde Frösche, dicht an den Leib anzuziehen, wenngleich an eine wahre Fortbewegung mittelst der Hinterpfoten nicht zu denken ist.

Kneipt man einem so operirten Frosche die Vorderpfote einer Seite, so wird man alsbald die Hinterpfote derselben Seite sich an den Leib bewegen, oft sogar sehr hoch gegen die Vorderpfote hin geführt werden sehen, mit aller Anstrengung zur Entfernung des Reizes. — Derselbe Fall findet Statt, wenn das Rückenmark in seiner ganzen Länge getheilt ist.

Bringt man nämlich einem solchen Thiere auf die Hinterpfote einer Seite einen Tropfen Essigsäure, so entstehen alsbald heftige Bewegungen in der Vorderpfote derselben Seite, welche nach der gereizten Hinterpfote zu, nach hinten, geführt wird, und oft genug den Reiz abzuwischen strebt. Zugleich entstehen bedeutende Bewegungen des Kopfes, alle Zeichen des empfundenen heftigen Schmerzes vom Reize der Hinterpfote her, — und wenn, sogar nach gänzlicher Theilung des Rückenmarks, die Vorder- und Hinterpfote der andern Seite vor dem Reize zu Reflexbewegungen fähig waren, (bei partieller Theilung des Rückenmarks an seiner unteren Hälfte immer) so wird man auch in ihnen geringere oder stärkere Bewegungen, als Folge des im Gehirn empfundenen Schmerzes, und der dadurch erweckten allgemeinen Reaction auf alle

---

*) Man muss nicht verlangen, bei jedem Versuche das zu sehen. Die Versuche gelingen nicht alle gleich gut; selten wird man diese willkürlichen Bewegungen der Pfoten einer Seite vermissen; aber, wenn man den Versuch recht geschickt ausgeführt hat, so wird es nicht an Fällen fehlen, in denen man die willkürlichen Bewegungen beider Hinterpfoten und beider Vorderpfoten sieht.

Theile des Rückenmarks, bemerken; doch ist dies selten bei totaler Theilung des Rückenmarks; gewöhnlich aber bei Theilung seiner unteren Hälfte.

Einen höchst auffallenden Beweis aber von dem Einfluss des Willens durch die ganze Länge eines gänzlich von der cauda equina bis zum kleinen Gehirne getheilten Rückenmarkes sahen wir an einem so operirten Frosche, welcher bei der Annäherung unsrer Hand, und der von ihr geführten Nadel, die grössten Anstrengungen mit der Vorder- und Hinterpfote der linken Seite machte, um der Gefahr zu entgehen. — Er suchte mit der auffallendsten Anstrengung seinen Körper von unsrer Hand abzuwenden; es gelang ihm dies freilich nicht ganz, er zog seinen Körper seitwärts, und führte die Hinterpfote so weit nach vorn, dass die Schwimmhaut die Seite seines Kopfes deckte. — Wir sahen, bei wiederholter Annäherung unsrer Hand gleiche Folgen, welche keinen Zweifel übrig liessen, dass der Frosch, die drohende Hand und das Instrument s e h e n d, mit aller Kraft seines Willens sich dem Reize zu entziehen strebte.

Dass aber nach gänzlich getheiltem Rückenmarke Reize einer Seite Bewegungen beider Seiten zur Folge haben, das erklärt sich leicht aus der Vermittelung des Gehirns, von wo aus Wille wie Reflex nach erhaltenem Eindrucke auf beide mit ihm verbundenen Seitenhälften des Rückenmarks wirken können. —

Haben wir nun durch die mitgetheilten Versuche und deren Resultate die Ueberzeugung gewonnen, dass durch die einfache Längstheilung des Rückenmarks und Gehirns nicht die einzelnen Bewegungen und Empfindungen, nicht der Gang für die Erregung der einzelnen Rückenmarkstheile zur Bewegung, oder für die Fortleitung von Empfindungen in jeglicher Richtung der Länge nach, gestört werden, — sondern nur das g e h ö r i g e Z u s a m m e n w i r k e n, die Combination der

Glieder beider Seitenhälften des Körpers zu den zweckmässigen Bewegungen, so können wir schon a priori schliessen, dass ein jeder heftige Reiz, auf eine oder beide Seitenhälften des Rückenmarks oder Gehirns angewandt, welcher im Stande ist die bewegenden Theile im Rückenmark überhaupt zu heftigen Actionen anzuregen, auch nach der Längstheilung dieses Organs in zwei gleiche Seitenhälften im Stande sein muss, die Bewegung veranlassenden Theile desselben zu heftigen, übermässigen Actionen anzutreiben. — Mit andern Worten, dieselbe Einwirkung, welche im gesunden Rückenmark die Ursache zur Entstehung des Tetanus ist, wird auch im getheilten Rückenmark den gleichen Zustand hervorrufen, wenn auch mit weniger grosser Heftigkeit, wie aus den späteren Mittheilungen noch klarer erhellen wird.

Wir haben den Schluss a priori durch eine grosse Anzahl von Versuchen geprüft, und denselben vollkommen bestätigt gefunden. — Giebt man einem Frosche mit getheiltem Nervensystem einige Tropfen essigsauren Strychnins, so entstehen die evidentesten Zeichen des Tetanus aller Theile, welche von den beiden Seitenhälften des Nervensystems mit Bewegungsnerven versorgt werden*). Aber dieser Tetanus unterscheidet sich im Grade seiner Heftigkeit allerdings von dem, welchen man bei unverletzten Fröschen durch Strychnin hervorgebracht sieht, in den gewöhnlichen Fällen. — Erlaubt man aber dem Gifte seine Wirkung gehörig zu entfalten, und die vollständige Veränderung der Rückenmarkssubstanz, wie sie zur Hervorrufung des Tetanus nothwendig ist, zu erzeugen, so sehen wir, sogar nach geviertheiltem Rückenmarke, blos durch ein vorderes Viertel des Rücken-

*) Nur erwarte man nicht in allen Fällen dieselben Resultate, oft sieht man den Tetanus in einem Gliede, und in den übrigen nicht. — Oft ist er in zwei, drei Gliedern, und im vierten nicht. — Das reine Resultat, Tetanus aller Theile, ist zu selten. Die Operation gelingt, trotz grosser Fertigkeit, nicht jedes Mal.

marks aus grauer und weisser Substanz bestehend, und in unversehrter Verbindung mit den vorderen Wurzeln, den heftigsten Tetanus erzeugt, und lange unterhalten. — Wir werden davon später reden.

Erörtern wir hier vorerst noch den Zustand der Blutcirculation in einem durch einen Längsschnitt in der Mitte getheilten Rückenmarke. — Wir bilden durch diesen Schnitt eine Wundoberfläche, welche der Hälfte der ganzen Rückenmarksoberfläche mindestens gleich kommt. Wir zertrennen also auf solche Weise eine ausserordentliche grosse Menge der Capillargefässnetze des Rückenmarksparenchyms. Diejenigen, welche der Schnittfläche zunächst liegen, sind nicht allein nicht mehr fähig eine gehörige Blutcirculation zu unterhalten, sondern sie ergiessen erstens das in ihnen befindliche Blut in die Wunde, zweitens aber machen sie dadurch auch in den noch zur Erhaltung der Circulation des Blutes fähigen Capillargefässnetzen, die näher den Seitenoberflächen gelegen sind, eine Blutleere, indem aus diesen das Blut, dem elastischen Drucke seiner Gefässwandungen und des Rückenmarksparenchyms folgend, dahin fliesst, wo es dem Drucke weichen kann, wo der Druck geringer, wo sein Ausfluss befördert wird; es läuft nach der Wundfläche zu. Die eigne Schwerkraft des Blutes hat hieran ebenfalls einen nicht geringen Antheil. — Hieraus ersicht man also, wie die Blutcirculation in einem durch Längsschnitt getheilten Rückenmarke, trotz fortbestehender Action des Herzens, (die Respiration hört gewöhnlich nicht auf nach gänzlich getheiltem Rückenmarke), wie die Blutcirculation, sagen wir, in der ersten Zeit nach der Operation auf ein Minimum reducirt ist. — Der durch die Theilung so vieler Gefässe veranlasste Bluterguss, der zwar im Momente des Schnitts in's Rückenmark weniger gross ist, als in der nächsten Folge, trägt ebenfalls nicht wenig zur Schwächung der Blutcirculation überhaupt bei. — Und nur der Umstand, dass durch Gerinnung des die Oberfläche der Schnittwunde bedeckenden Blutes

ein anhaltender Bluterguss verhindert wird; letzterer nach etwa 15—20 Minuten als gestillt zu betrachten ist, kann es bewirken, dass nicht nur die Action der einzelnen Rückenmarkstheile lange Zeit forterhalten wird*), sondern dass auch das durch den Mund in die Circulation gebrachte Strychnin überhaupt zur Wirkung gelangt.

Diese Wirkung zeigt sich nun in folgender Weise. Gewöhnlich dauert es ziemlich lange bis, nach Theilung des Rückenmarks, die Vergiftung vom Munde aus eintritt. — Es zeigt sich als Vorläufer der Wirkung eine erneuerte Respirationsbewegung, oder, wenn sie nicht aufgehört hatte, eine Beschleunigung der Bewegungen zum Luftschlucken, und derjenigen beider Nasenlöcher. — Plötzlich tritt, gewöhnlich durch irgend eine Erschütterung zum Ausbruche gebracht, die Reaction ein. — In allen Theilen des Kopfs, in beiden Vorder- und Hinterpfoten treten die abnormen Bewegungen ein. Beide Vorderpfoten werden gewöhnlich nach vorn, vom Körper ab nach aussen gestreckt oft eine mehr als die andre, und einige leise, rasch sich wiederholende Zuckungen zeigen sich. Die Hinterpfoten werden unter ähnlichen rasch wiederholten Zuckungen entweder an den Leib angezogen, oder ausgestreckt; nach einer oder zwei Secunden ist dieser Anfall vorüber; man kann alsdann die sämmtlichen Pfoten leise berühren, sie beugen und in andre Lage bringen, ohne dass die mindeste Reaction dagegen erfolgt. — Die Zuckungen zeigten sich mehr als eine Vibration der Muskeln, denn als die stürmischen Krämpfe des gewöhnlichen Tetanus, und ihre Aeusserung ging rasch vorüber.

---

*) So haben wir in dem Hinterbein eines Frosches, welches nur durch den mit grauer Substanz verbundenen Vorderstrang und dessen Nerven ausschliesslich mit Nervenprincip versehen werden konnte, noch 24 Stunden nach vollständiger Trennung des Vorderstranges vom Rückenmarke den heftigsten Tetanus bestehen sehen. Speciell davon weiter unten.

Berührung der Kopfhaut erzeugt alsbald jenen Tetanus-Anfall von Neuem; eben so eine etwas stärkere Berührung der Vorder- oder Hinterpfoten. — Man muss sich nun, will man anders die Erscheinungen gehörig beobachten, vor zu rasch erneuerter Reizung und gewaltsamer Erzeugung des Tetanus hüten; man erschöpft sonst die Action des Rückenmarkes*) und trübt sich die Resultate. Lässt man dagegen das Thier etwa eine Stunde lang auf einem Tische unberührt liegen, und reizt es dann von Neuem, oder klopft man nur ein wenig an den Tisch, auf dem es liegt, so wird man die Erscheinungen des Tetanus von Neuem wieder auftreten sehen.— Uebrigens ist es nur selten, den Tetanus nach Längstheilung des ganzen Rückenmarks in allen Theilen beider Seitenhälften des Körpers auftreten zu sehen. — Oft tritt er in drei Pfoten auf, und in der vierten nicht, gewöhnlich bleibt eine Hinterpfote ohne Reaction. Selten, und nur bei nicht gut ausgeführter Theilung, zeigt sich die Reaction nur in den Vorderpfoten und dem Kopfe, und nicht in den Hinterpfoten.

Betrachten wir nun die Erscheinungen, welche nach Vergiftung mit Strychnin auftreten, wenn nur die untere Hälfte des Rückenmarkes, aus der die Nerven für die Hinterpfoten ihren Ursprung nehmen, der Länge nach getheilt ist. — Statt aller Erörterungen a priori wollen wir sogleich die Erscheinungen eines Versuches mittheilen, die wir wiederholt beobachtet haben. — Theilt man einem grossen und kräftigen (am besten einem weiblichen) Frosche die untere

---

*) Sehr interessant ist hierbei der Umstand, welchen wir wiederholt beobachtet haben, dass eine oder die andre Pfote in diesen Fällen nach der Vergiftung einen einzigen Anfall von ausgesprochenem Tetanus zeigt, hiernach aber alle Bewegungsfähigkeit derselben geschwunden ist. Man ist später nicht mehr im Stande, irgend eine Bewegung derselben, auch nicht durch den stärksten Reiz zu erzeugen, und bei den nachfolgenden Tetanus-Anfällen des übrigen Körpers zeigt sie nicht die mindeste Reaction. Es scheint demnach durch jene erste übermässige Anstrengung der letzte Funke der Action ihres entsprechenden Rückenmarkstheiles erloschen zu sein.

Hälfte des Rückenmarks, bis über den Abgang der Wurzeln für die Nerven der Hinterpfoten, schneidet an dieser Stelle die eine Hälfte queer durch, so dass sie mit dem oberen Theil des Rückenmarks gar nicht mehr zusammenhängt, während die andre Seitenhälfte des unteren Rückenmarkstheils mit der oberen ungetrennten Abtheilung des Rückenmarks noch in unversehrter Verbindung ist, und vergiftet den Frosch mit einem Tropfen Strychninlösung vom Munde aus, so bemerkt man nach einiger Zeit zuerst Tetanus der vorderen Theile, des Kopfs, Rumpfs und beider Vorderpfoten, d. h. aller Theile, die von dem ungetheilten Rückenmarke und Gehirn versorgt werden. — Nach einiger Zeit entsteht ein zweiter Tetanus-Anfall; in diesem zeigen sich die Krämpfe aber nicht blos in den vorderen Theilen, sondern auch in dem Hinterbein, dessen Rückenmarkshälfte mit dem ungetheilten oberen Rückenmark noch in unversehrter Verbindung ist. — Oft bestehen die Bewegungen dieser Hinterpfote nur in leisen Zuckungen, die sich mit jedem folgenden Tetanus-Anfall der vorderen Theile verstärken, und zwar zu so hohem Grade, dass sie an Energie und Steifheit bei der Spannung den tetanischen vorderen Theilen nicht nachstehen. — Selten entsteht in ihr, zugleich mit dem Anfall der vorderen Theile, ein vollständiger Tetanus - Anfall.

In dem andern Hinterbein dagegen, dessen entsprechende Rückenmarkshälfte von dem oberen unversehrten Rückenmarkstheile durch einen Queerschnitt getrennt war, zeigt sich Anfangs nicht die mindeste Bewegung. — Später aber, wenn man diese Hinterpfote berührt, zeigt sie eine ziemlich starke Reflexbewegung, und diese verstärkt sich endlich so, dass während die übrigen Theile tetanisch werden, in Folge dieser Erschütterung schwächere oder stärkere Reflexbewegungen zum Vorschein kommen*).

---

*) Ein sehr zu berücksichtigender Umstand, wie die Erschütterung sich weiter pflanzt, mechanisch, nicht blos durch Nervenleitung

Nach einiger Zeit gewahrt man, dass die Reflexbewegungen dieser Hinterpfote, bei den folgenden Anfällen des Tetanus in den übrigen Körpertheilen, sich steigern, bis zu vollkommner tetanischr Streckung. — Alsdann kann man durch Reizung dieser Hinterpfote einige Male allgemeinen Tetanus hervorrufen.

Wir sagen: einige Male. Denn will man rasch nacheinander wiederholt den Tetanus dieser Hinterpfote durch Reiz hervorrufen, so zeigt sie keine Reaction; ihre Fähigkeit dazu schien durch einmalige heftige Aeusserung des Tetanus auf längere Zeit wieder erschöpft. — Dagegen die andre Hinterpfote gleichmässig mit den vorderen Theilen die Zuckungen zeigte.

Lässt man dieses Thier nun 8 — 10 Stunden ganz ruhig und unberührt liegen, so wird man folgende höchst interessante Erscheinungen finden: Berührung derjenigen Hinterpfote, deren entsprechende Rückenmarkshälfte durch den Queerschnitt vom oberen Rückenmarke gänzlich getrennt war, ruft augenblicklich einen allgemeinen Tetanus-Anfall hervor, wobei die beiden Hinterpfoten starr und steif nach hinten gerade ausgestreckt werden, so heftig, wie man es nur bei unverletzten vergifteten Fröschen sehen kann.

Ein merkwürdiger Umstand hierbei ist, dass die eine Hinterpfote, deren Rückenmark ganz vom übrigen abgetrennt war, alsdann viel länger tetanisch bleibt als die andre Hinterpfote, deren Rückenmark mit dem oberen ungetheilten Theile noch in unversehrter Verbindung ist. — Die Schwimmhaut der letzteren zeigt sich während der Intermissionen schlaff, wie ihre Muskeln; dagegen die Schwimm-

---

lässt sich daraus erkennen, dass durch Erregung der Reflexbewegung dieser Hinterpfote der Tetanus aller übrigen Theile hervorgerufen werden kann.

haut der ersteren gespannt, ihre Zehen auseinandergespreizt, ihre Muskeln voller Tonus sind.

In hinreichenden Intervallen, von 5 zu 5 Minuten etwa, kann man diese Anfälle von allgemeinem Tetanus durch leise Berührung irgend eines Theils (gleichviel eines welchen) des Thiers auf die auffallendste Weise hervorrufen. — Wir haben diese Phänomene in einigen Fällen sogar noch 24 Stunden nach der Operation fortbestehen sehen. — Dabei haben wir einige Male beobachtet, dass der ganz getrennte untere Theil des Rückenmarks einer Seite mit der Staarnadel aus dem Wirbelcanal ein wenig herausgehoben und auf den Rand der der weggeschnitten Wirbel gelegt werden konnte, und dennoch bestanden die tetanischen Bewegungen der entsprechenden Hinterpfote fort. — Wir wurden hierzu durch den Glauben veranlasst, es möchte vielleicht dieser untere Rückenmarkstheil nicht gänzlich vom übrigen Rückenmarke getrennt sein, und suchten uns auf solche Weise durch Herausheben dieses Theils aus dem Wirbelcanal zur Evidenz zu überzeugen, dass die Trennung vom übrigen Rückenmarke vollständig gelungen war. Auch schnitten wir die andre Seitenhälfte, die bis dahin noch mit dem oberen unversehrten Rückenmarkstheile zusammenhing, queer durch, und dennoch sahen wir auch in der von ihr versorgten Hinterpfote den Tetanus fortdauern.

Wir geben nun von dieser äusserst wichtigen Erscheinung die Erklärung, wie sie uns aus der Natur der Sache abgeleitet werden zu müssen scheint.

Die Entstehung des Tetanus in den vorderen Theilen sieht sich klar ein. Sobald das Gift durch die Blutmasse in den oberen unverletzten Theil des Rückenmarks gelangte, konnten dessen Wirkungen auf die Rückenmarkssubstanz sich vollkommen entfalten. Daher der vollständige Tetanus in den Vorderpfoten und in den Theilen des Kopfs. — Die eine Hinterpfote aber, deren Rückenmarksstrang noch mit dem oberen Rückenmark in Verbindung stand, hatte zu der Zeit der tetanischen

Zuckungen in den vorderen Theilen darum keine Bewegungen*) gezeigt, weil ihr entsprechender Rückenmarkstheil (aus dem ihre Nerven kommen) viel weniger mit dem Gifte imprägnirt war als der obere noch unverletzte Rückenmarkstheil.

Da aber die Ueberführung des vergifteten Blutes mit jedem Herzschlage in diesem unteren Rückenmarkstheil zunimmt, so sieht sich klar ein, dass damit auch die Veränderungen der Rückenmarkssubstanz durch das Gift zunehmen, somit die Veränderung seiner Action, also die Bedingung zum Tetanus. Daher bei den späteren Anfällen auch in der einen Hinterpfote vollkommener Tetanus sich ausbildet,

Die andre Hinterpfote aber nimmt noch weniger an dem Tetanus der vorderen Theile in den ersten Anfällen Theil. — Denn der Theil des Rückenmarks, aus dem ihre Nerven kommen, ist von dem oberen Rückenmarkstheile gänzlich getrennt, also auch von der Möglichkeit, aus ihm vergiftetes Blut zu erhalten. Eben so ist sie von der entsprechenden Seitenhälfte der gegenüberliegenden Seite getrennt, und auch von ihr kann sie kein vergiftetes Blut beziehen. Indess ist die Blutcirculation in dieser so vom übrigen Rückenmark ganz abgeschnittenen unteren Seitenhälfte nicht ganz aufgehoben. Die Venen und Arterien im Wirbelcanal dieser Stelle unterhalten immer noch eine schwache Verbindung mit dem allgemeinen Kreislauf. — Daher wird diese Rückenmarkshälfte, wenn auch nur sehr langsam und in sehr geringem Maasse, mit vergiftetem Blute versorgt. Daher zeigt diese Hinterpfote nur etwas verstärkte Reflexbewegung zu der Zeit, wo die andre Hinterpfote und die vorderen Körpertheile des Frosches vollkommenen Tetanus zeigen.

Indess die Menge des vergifteten Blutes mehrt sich immer mehr, und somit auch die Veränderungen in dieser unteren

---

*) Wir haben manchmal auch schon, bei dem ersten Tetanus-Anfall vorn; gleichen Tetanus der Hinterpfote bemerkt, doch ist das ein aussergewöhnlicher Fall.

isolirten Rückenmarkshälfte, wodurch der Tetanus erzeugt wird. Daher sehen wir, mehrere Stunden nach dem Versuche, auch in dieser Hinterpfote den vollständigsten Tetanus sich ausbilden; ja, er erscheint heftiger als in der andern Hinterpfote und in den Vorderpfoten, und dadurch länger, weil in letzteren durch die vorhergegangenen vielfach wiederholten Tetanus-Anfälle die Kraft des Rückenmarks zum Theil erschöpft ist, während auf erstere die Kraft des entsprechenden isolirten Rückenmarkstheils noch unerschöpft wirkt, und jetzt erst ihre höchste Kraft, respective die stärkste Reaction gegen die Wirkung des Giftes, entfaltet.

Dass aber der Tetanus in der andern Hinterpfote fortdauert, auch wenn man die, bis dahin noch mit dem oberen Rückenmarke zusammenhängende Hälfte, aus der ihre Nerven kommen, gänzlich von dem noch ungetheilten Rückenmarkstheile trennt, — erklärt sich leicht daraus, dass nur das Gift nicht der Zusammenhang mit dem oberen Rückenmarke — den Tetanus bewirkt. — Das Gift aber ist in jedem Theile dieser Rückenmarkshälfte, und die Veränderung derselben durch das Gift wird durch die Durchschneidung nicht gemindert.

So hätten wir also die Wirkungen des Strychnin's auf das getheilte Rückenmark erläutert*) und wir wenden uns

*) Der Vollständigkeit halber erwähnen wir, dass auch Längstheilung des Gehirns die Entstehung des Tetanus in allen Theilen, welche aus genanntem Organe Nerven beziehen, nicht hindert, wenn man das Gift auf dessen blosgelegte Hälften applicirt. — Oeffnet man einem Frosche die Schädelhöhle, theilt Gehirn und Vierhügel etc. bis zum Rückenmarke, bringt einen Tropfen Strychninlösung auf die Hirntheile, so entseht nach kurzer Zeit allgemeiner Tetanus, wie bei unverletzten vergifteten Fröschen. Die beiden Augen werden auf das heftigste tetanisch eingezogen und geschlossen, eben so die Nasenlöcher etc. Berührt man ein Auge, so entsteht in ihm und den sämmtlichen Körpertheilen Tetanus. Berührt man irgend einen Theil ausser dem Kopfe, so entsteht in dem Rumpfe, wie in allen Theilen des Kopfes der heftigste Tetanus.

Ferner bemerken wir, dass bei Fröschen, denen man die Ein-

daher jetzt zur Anwendung der gewonnenen Resultate auf das Exp. III. VAN DEEN's. — Also:

1. Das Gift gelangt in den oberen Theil des Rückenmarks durch die dort fortdauernde Blutcirculation.

2. Da die beiden Seitenhälften des unteren Rückenmarks mit dem oberen zusammenhängen, so ist der Uebergang des vergifteten Blutes von diesem zu den beiden erstern möglich.

3. Durch die Längstheilung des unteren Rückenmarkstheils aber ist die Blutcirculation in den einzelnen Seitenhälften bedeutend vermindert; somit also auch die Zufuhr des vergifteten Blutes. — Demnach wird

4. Der in den Hinterpfoten auftretende Tetanus im Allgemeinen viel schwächer sein, als der in den vorderen Theilen Statt findende.

5. Wird die Blutzufuhr zu den beiden unteren Seitenhälften durch die Lagerung des Thiers vermindert, so kann die Entstehung des Tetanus in den Hinterpfoten ganz und gar verhindert werden. — Dagegen wird

6. Der Tetanus nicht ausbleiben, wenn wir durch die Lagerung des Frosches die Blutzufuhr in die unteren Seitenhälften begünstigen.

Wir dürfen demnach a priori schliessen, dass wir, bei der Lagerung des Frosches auf der Bauchseite nach v. DEEN keinen Tetanus der Hinterpfoten erzeugen. Dass wir aber, wenn der Frosch nach der Vergiftung in der Rückenlage erhalten wird allerdings den Tetanus der Hinterpfoten erzeugen.

---

geweide ausgeschnitten, also die Blutcirculation beseitigt hat, durch unmittelbare Application des Giftes auf die blosgelegten Theile des Rückenmarks dieselben tetanischen Erscheinungen entstehen. — Bei einfacher Längstheilung, bei Queerdurchschnitt etc. wird man also dieselben Resultate erhalten wie bei fortbestehender Blutcirculation. — Wenn nur das Gift mit dem Rückenmark in Berührung kommt, so ist es in Bezug auf das Resultat gleichgültig, auf welchem Wege jenes geschah.

Und das Experiment rechtfertigt unsere Schlüsse auf das Glänzendste. — War das Experiment gut gelungen, und kein Blutverlust entstanden, so entsteht, nach der Rückenlage, vollständiger Tetanus aller Theile, — nur in den hinteren nicht in allen Fällen so energisch und anhaltend, wie in den Vorderpfoten*). Aber auch, bei nicht zu grossem Blutverluste, entstehen mindestens Zuckungen in den Hinterpfoten, während der Tetanus vorn entsteht, und zwar mit diesem zu gleicher Zeit, wie durch einen Schlag. — War das Experiment aber gut gelungen, und es ist uns das wiederholt, so entsteht hinten und vorn der stärkste Tetanus-Anfall.

So hätten wir denn auch für dieses Experiment III. van Deen's nachgewiesen, dass die von demselben angeführten Resultate keineswegs als Folge einer unterbrochenen Nervenleitung zu betrachten sind; dass die Resultate einseitig aufgefasst, und darum falsch sind, und dass die ganze Methode der Prüfung durch Strychnin eine den Zweck durchaus verfehlende ist.

Gehen wir nun über zum Experiment

IV. „Behandelt man einen Frosch ganz so, wie in dem Experiment III., verlängert man aber überdies die Trennung der beiden Seitenhälften des Rückenmarks bis über den Queerschnitt in die Vorderstränge hinaus, so wird eine Reizung des vorderen Körpertheils dieselben Folgen haben, wie gleiche Reizung nach dem Experiment I. Berührt man aber eine Hinterpfote, so wird Zuckung in dem Vorderkörper entstehen, während Reflexbewegung sich nur in der gereizten Hinterpfote, nicht aber in der andern, zeigt.“

*) Man bedenke nur die ausserordentliche Verstümmelung des grösten Theils des Körpers, somit die Erschöpfung der Kraft noch vor der Vergiftung, — und die Schwierigkeit der richtigen Längstheilung.

Bei Beurtheilung dieses Experiments, dessen Unterschied vom Vorhergehenden nicht wesentlich ist, können wir uns kurz fassen. — Macht man das Experiment nach van Deen's Vorschrift, und legt nach der Vergiftung den Frosch auf die Bauchseite, so treten die von ihm angegebenen Erscheinungen ein; legt man dagegen den Frosch auf den Rücken, so treten wiederum allgemeine tetanische Erscheinungen auf; in den Vorderpfoten, wie in den Hinterpfoten zeigt sich der Tetanus. Verstümmelt man das Thier nicht zu sehr, wie es eigentlich nach v. Deen's Vorschrift geschehen muss, d. h. schneidet man nicht die Muskeln neben und auf der Wirbelsäule von letzterer ab, und vermeidet die Blutung, so entsteht sogar, nach dem Auftreten des Krampfes in den vorderen Theilen, auch der Tetanus in beiden Hinterpfoten, selbst wenn man den Frosch auf der Bauchseite liegen lässt. Nur ist dabei zu bemerken, dass der Tetanus vorn ein wenig früher eintritt als der der hinteren Theile; dass in diesem Falle aber letztere länger tetanisch bleiben als die Vordertheile.

Jeder sieht hiernach leicht ein, dass nur verhinderter oder gestatteter Blutzutritt zu den getheilten unteren Rückenmarkstheilen dies Ausbleiben, oder das Auftreten des Tetanus in den Hinterpfoten bedingt, dass also die Resultate v. Deen's auch in diesem Versuche keineswegs von der Art der Rückenmarksverletzung, sondern von der zufälligen Lagerung des Frosches abhängen; dass sie nur in dieser einen bestimmten Lagerung auf der Bauchseite bei äusserst geschwächter Blutcirculation eintreten, dass dagegen bei noch kräftiger Blutcirculation in dem oberen Theile des Rückenmarks auch in dieser nämlichen Lagerung ganz entgegengesetzte Resultate folgen, dass in anderer Lagerung aber (auf dem Rücken) die Entstehung des Tetanus in den Hinterpfoten Regel ist; dass somit die von van Deen angegebenen Resultate wiederum einseitig und falsch sind, und das ganze Experiment nichts enthält, was zur Beurtheilung der Nervenfunction beizutragen im Stande wäre.

Ausserdem enthält dieser Versuch eine anderweit unrichtige Angabe, — die nämlich, dass nach Reizung einer Hinterpfote Tetanus vorn, und Reflexbewegung nur in der gereizten Hinterpfote, nicht auch in der andern, entstehe. — Wir haben gesehen, dass in vielen Fällen, wenn man genau nach VAN DEEN's Vorschrift verfährt, diese Phänomene allerdings Statt finden, wir haben aber in vielen andern Fällen wiederum gesehen, dass Reizung der einen Hinterpfote allgemeine Bewegungen, also auch die der andern Hinterpfote, erzeugte. — Wir haben oben bereits mitgetheilt, dass so lange das Gehirn noch mit den beiden sogar gänzlich von unten bis oben getheilten Rückenmarkshälften in Verbindung steht, der Reiz von einer Rückenmarkshälfte sich mittelst des Gehirns auf die andre, d. h. von einer Hinterpfote auf die andre fortpflanzen und Bewegungen erzeugen kann. — Dass dies aber auch der Fall ist, so lange noch irgend ein Rückenmarkstheil — nach entferntem Kopfe — der Länge nach ungetrennt geblieben ist, das ist eine schon früher bekannt gewesene Thatsache. Durch die Theilung des unteren Rückenmarkstheils leidet das Rückenmark immer stärker oder schwächer, und somit lassen sich die von uns hier aufgestellten Behauptungen nicht jedes Mal an nicht vergifteten Fröschen zeigen. — Nach allgemeiner Verstärkung der Rückenmarksaction durch Strychnin aber wird man sich klar davon überzeugen.

V. „Hat man genau so verfahren, wie im Exp. III. und IV., und durchschneidet man alsdann noch einen der Hinterstränge, dergestalt, dass die eine Rückenmarkshälfte nicht allein von der andern getrennt, sondern auch ausser alle Verbindung mit dem vorderen Theil des Rückenmarks gesetzt ist, während letzteres nur durch den einen Hinterstrang mit der andern Hälfte zusammenhängt, — so entsteht keine Bewegung, wenn man die eine Hinterpfote (mit gänzlich getrennter Rückenmarkshälfte) berührt, vorausgesetzt, dass die Trennung der beiden Hälften des Rückenmarks vollständig bewirkt wor-

den ist. — Sind dagegen die beiden Seitenhälften an der cauda equina nicht vollständig getrennt, oder wenn diejenige der beiden Hälften, die mit dem vorderen Rückenmarkstheile nicht mehr in Verbindung ist, jenseits der Mittellinie durchgeschnitten wurde, so wird Reizung dieser Hinterpfote Reflexbewegung nur in dieser Hinterpfote hervorrufen, während gleiche Reizung der andern Hinterpfote nicht nur in der letzteren Reflexbewegung, sondern auch Tetanus in den vorderen Körpertheilen erzeugen wird. — Dagegen wird Reizung der vorderen Theile des Thieres natürlich nur Tetanus in diesen Theilen verursachen."

Auch dieses Experiment ist wiederum die Folge der einseitigen Beobachtungen früherer Versuche. — Legt man nach der Vergiftung das Thier auf die Bauchseite, so wird man alle die von van Deen angegebenen Erscheinungen eintreten sehen. Legt man aber das Thier auf den Rücken, so entsteht nicht allein Tetanus der vorderen Theile, sondern auch der Hinterpfote, auf deren Seite die untere Rückenmarkshälfte noch mit dem oberen (vorderen) Theile des Rückenmarks durch den Hinterstrang in Verbindung steht. — Hemmt man die Blutcirculation in den unteren Theilen nicht, so entsteht sogar allgemeiner Tetanus, in Vorder- wie in Hinterpfoten, wie wir das oben bereits ausführlich mitgetheilt haben.

Am Ende scheint es bei diesen Versuchen nicht darauf anzukommen, ob man die Gefässverbindungen nach van Deen's Vorschrift zerstört oder nicht; denn gänzlich hemmt man den Blutlauf durch die Brücke des Rückenmarks doch nicht; also könnte es fast besser scheinen, man versetzte alle Theile in gleichmässig erhöhte Action, und suchte, durch Unterbrechung der Leitung, durch Wegnahme oder Trennung einzelner Rückenmarkstheile, zu erspähen: welche Functionen damit verschwinden, welche übrig bleiben; — aber, es stellt sich hierbei ein wichtiges Hinderniss zur Zulassung solcher Beobachtungen ein, das ist: die Wirkung der mechanischen Erschütterung von einem Körpertheil auf den andern, oder die

Erregung eines ursprünglich nicht gereizten Rückenmarkstheils von peripherischen Nerven aus, welche ebenfalls nur indirect in Reizungszustand versetzt werden.

Wir haben hier ein wichtiges Feld der Betrachtung vor uns, wovon wir erwarten dürfen, dass es uns über einige wichtige Punkte Aufschluss giebt.

Führen wir den Leser sogleich in die Mitte der Thatsachen: Haben wir bei einem unverletzten Frosche durch Strychnin Tetanus erzeugt, und reizen eine Hinterpfote, auch noch so leise, so entsteht Tetanus nicht blos in dieser, und der andern Hinterpfote, sondern auch in allen vorderen Körpertheilen. Wir erklären dies auf folgende Weise: der Reiz von der einen Hinterpfote theilte sich dem Rückenmarke mit, und wirkte so von unten nach oben, oder von hinten nach vorn durch die ganze Länge des Rückenmarks, und so auf alle von demselben ausgehende Nerven, und mittelst dieser auf die Muskeln. — Diese Erklärung wird ein Jeder gerechtfertigt finden. Aendern wir aber den Versuch:

Schneiden wir einem Frosche das Rückenmark zwischen dem 3ten und 4ten Wirbel gänzlich durch, so dass die beiden Durchschnittsenden sich stark nach oben und unten in den Wirbelcanal zurückziehen, dergestalt also, dass weder an eine Verbindung beider Theile, noch weniger an eine directe Uebertragung des Eindrucks von einem zum andern zu denken ist, und geben wir dem Frosch einen Tropfen Strychnin, so wird bald allgemeiner Tetanus der vorderen wie der hinteren Theile entstehen, eben so als wäre der Frosch unverletzt. Berühren wir, nach dem Aufhören der ersten Krämpfe, diesem Frosche, auch noch so leise, eine Hinterpfote, so entsteht sogleich der allgemeine Tetanus in den hinteren wie in den vorderen Theilen, eben so, als wäre das Rückenmark unverletzt geblieben*).

---

*) Man kann auch den Frosch zuerst vergiften, und nach Ausbruch des Tetanus demselben das Rückenmark zwischen dem 3ten

Ist hier der Tetanus der vorderen Theile eben so als Fortleitung des Eindrucks vom unteren Theile des Rückenmarks zum oberen zu betrachten, wie in dem vorhergehenden Versuche mit dem unverletzten Frosche? Niemand wird das zugeben wollen, denn die directe Verbindung beider Rückenmarkstheile ist ja durch den Queerschnitt zwischen dem 3ten und 4ten Wirbel aufgehoben, somit also auch die directe Mittheilung eines Eindrucks vom unteren Theile des Rückenmarks zum oberen.

Nun aber ist doch nichts sicherer, als dass der Tetanus der hinteren wie der vorderen Theile nur einzig und allein durch das Rückenmark vermittelt wird; demnach muss der obere Theil des Rückenmarks, nach dem Reize der einen Hinterpfote, jedenfalls einen Reiz empfangen haben, der zur Reaction veranlasste, wovon der Tetanus der vorderen Theile die unmittelbare Folge war. — Also fragt es sich: War dieser Reiz ein Reiz durch centripetale Leitung eines Nerven auf den oberen Theil des Rückenmarks, oder war es ein Reiz auf letzteren selbst nur durch die mechanische Erschütterung der Wirbelsäule durch die, in Folge des ursprünglichen mechanischen Reizes tetanisch gewordenen, Hinterpfoten? — In letzterem Falle könnten wir annehmen, dass die Geschwindigkeit, mit welcher der Reiz schon die Reaction herbeiführt, uns den Zeitraum nicht gewahr werden lässt, welcher nothwendig zwischen dem frühern Tetanus der Hinterpfoten, und dem später entstehenden Tetanus der Vorderpfoten Statt finden muss.

Fragen wir die Natur:

Schneiden wir einem Frosche das blosgelegte Rückenmark an zwei Stellen durch, zwischen dem 3ten und 4ten und zwischen dem 5ten und 6ten Wirbel, dergestalt also, dass die

---

und 4ten Wirbel durchschneiden. Die Erscheinungen bleiben sich dennoch gleich.

Nerven für Hinter- und Vorderpfoten durch ein Stückchen Rückenmark von einander getrennt sind, welches Nerven für die Bauchmuskeln etc. abgiebt, und vergiften wir das Thier, indem wir ein wenig essigsaures Strychnin auf die drei Theile des Rückenmarks bringen, so sehen wir gewöhnlich vorn einen heftigen Tetanus-Anfall entstehen, während die Hinterpfoten in demselben Momente entweder heftig an den Leib angezogen, oder krampfhaft ausgestreckt werden. — Bei den folgenden Anfällen entsteht auch in den Hinterpfoten der vollkommenste Tetanus, und jedes Mal, wenn der Tetanus in den Vorderbeinen entsteht, zeigt er sich zugleich auch in den Hinterpfoten. — Späterhin, wenn der Frosch, durch die wiederholten Tetanus-Anfälle schon erschöpft ist, bemerkt man, dass leise Berührung hinten Reflexbewegung der Hinterpfoten erzeugt, ohne Tetanus vorn hervorzurufen; auch kann man durch leise Berührung des Kopfs oder einer Vorderpfote den Tetanus dieser Theile hervorrufen, ohne dass dadurch die mindeste Bewegung in den Hinterpfoten entsteht. — Ferner sieht man, durch etwas stärkeren Reiz der einen Hinterpfote, erst Tetanus beider Hinterpfoten, und einen Moment nachher erst den Tetanus in den Vorderpfoten entstehen. — Niemals aber gelingt es, durch unmittelbare Berührung des mittleren (auf beiden Seiten getrennten) Rückenmarksstückchens den mindesten Tetanus zu erzeugen*), wiewohl eine stärkere oder schwächere Contraction der entsprechenden Bauchmuskeln dadurch hervorgerufen wird. — Auch kann man die von diesem Rückenmarksstückchen abgehenden Nerven zerren, kneipen, durchschneiden, und dennoch entsteht weder in den Hinter- noch in den Vorderpfoten die mindeste Bewegung.

Aus diesen Thatsachen scheint also hervorzugehen, dass die Entstehung des Tetanus der vorderen Theile nach Reizung

*) Nur darf man keinen andern Theil, keinen Rückenmuskel, kein Hautstückchen etc. berühren.

der hinteren, und umgekehrt, bei gänzlich durchgeschnittenem Rückenmark zwischen dem Ursprung der Nerven für vordere und hintere Pfoten, nur eine Folge einfacher mechanischer Erschütterung ist. Denn wäre derselbe Folge einer Nervenleitung, so müsste er nothwendig durch Reizung des mittleren Rückenmarkstheils hervorgerufen werden können. Nervenleitung wäre hier natürlich nur in folgender Weise möglich: Durch Erregung von Contractionen eines Muskels, dessen Nerven von beiden Rückenmarkstheilen, sowohl von dem über als von dem unter dem ersten oder zweiten Durchschnitte, herkommen, werden also vorerst durch die Reizung diejenigen motorischen Nervenfasern des Muskels in verstärkte Thätigkeit versetzt, welche direct von dem gereizten Rückenmarkstheil selbst entspringen. Nun ist aber bekannt, dass die Muskelnerven vielfache Schlingen innerhalb der Muskeln bilden, und auf solche Weise mit einander verbunden, wenigstens eng juxtaponirt sind. Es lässt sich also leicht denken, dass der Reiz verstärkter Action eines Muskels von allen seinen sensitiven Nerven centripetal fortgeleitet wird; also auch nach dem Rückenmarkstheile oberhalb des Durchschnitts, wenn Contractionen desselben von einem Theile seiner Nerven veranlasst würden, die unterhalb des Durchschnitts vom Rückenmarke ihren Ursprung nehmen.

Nun liesse sich, bei Annahme dieser Möglichkeit denken, dass das kleine mittlere Stückchen des Rückenmarks (in unserm Versuche) nicht gehörige Kraftäusserung besitze, und durch den Act der beiden Durchschneidungen zu sehr in seiner Organisation gestört worden sei, um Tetanus zu erzeugen, oder die von ihm ausgehenden Nerven hinreichend zu erregen. — Darum haben wir folgendes Experiment gemacht:

Einem Frosche wird das Rückenmark blos gelegt, zwischen dem 3ten und 4ten Wirbel wird ein Queerschnitt durch das Rückenmark geführt, und hiernach die sämmtlichen Nervenwurzeln für die Hinterpfoten unterhalb des 7ten Wirbels

durchgeschnitten, um jede Bewegung der Hinterpfoten auszuschliessen. — Nun wird das Rückenmark mit Strychnin befeuchtet, und das Thier 15 bis 20 Minuten beobachtet. Alsdann entsteht Tetanus begreiflicher Weise nur in den Vorderpfoten. — Wäre nun das Rückenmark nicht durch einen Queerschnitt getrennt, so würde Berührung des unteren Theils des Rückenmarks den heftigsten Tetanus der vorderen Theile erzeugen. — Es folgt also, dass, wenn der obere Theil des Rückenmarks durch die peripherischen Nerven, welche mit denen des Rückenmarks unter dem Durchschnitte zusammenhängen, erregt werden kann, (ohne Fortsetzung centraler Leitung im Parenchym des Rückenmarks selbst) — Tetanus der vorderen Theile durch Reizung des Rückenmarks unterhalb des Durchschnitts, so wie der von ihm abgehenden Nerven, nothwendig eintreten muss.

Versuchen wir aber den Reiz mit einer Staarnadel, sehr vorsichtig, und ohne Berührung irgend eines andern Theils, so entsteht nicht der mindeste Tetanus*), man mag das Rückenmark an den verschiedensten Stellen reizen, durchstechen, zerren etc. — Ja, man kann mittelst eines feinen Augenhäkchens, und einer feinen Pinzette, den ganzen unteren Theil des Rückenmarks aus dem Wirbelcanal herausziehen, und ihn gänzlich entfernen, und alle seine Nervenwurzeln abreissen, oder dehnen, drücken, durchschneiden —: es entsteht nicht der mindeste Tetanus. Dagegen eine leise Berührung eines Hautstückchens am Vordertheil des Körpers, eine Berührung eines Muskels oder selbst Knochens in der Nähe des noch mit Nerven versorgten vorderen Körpertheils augenblicklich den heftigsten

---

*) Man darf nicht gleich nach dem Auftreten der ersten Tetanus-Anfälle diesen Versuch machen, sondern muss erst ein wenig abwarten, bis der Sturm sich gemindert hat. Denn sonst könnte man einen Anfall, der ohne dies von selbst eingetreten wäre, für Folge der Reizung halten, und sich täuschen.

Tetanus der Vordertheile erzeugt. — Noch mehr: man kann bei einem so präparirten Frosche den Tetanus der vorderen Theile erzeugen, wenn man die eine oder andre Hinterpfote drückt, oder dergestalt leise bewegt, dass der vordere Körpertheil dadurch leise erschüttert wird. Wie denn auch durch Erschütterung des Tisches, durch leises Klopfen auf denselben der Tetanus hervorgerufen werden kann.

Auf solche Weise ist es daher erklärlich, wie nach Theilung des untern Theils des Rückenmarks in zwei Seitenhälften, und nach queerer Trennung dieser Seitenhälften von dem oberen Rückenmarkstheile jenseits des Ursprungs der Nervenwurzeln für die Hinterpfoten, Reizung der einen Hinterpfote — nach bewirkter Vergiftung — nicht allein den Tetanus in dieser, sondern auch in der andern Hinterpfote, ja sogar in den vorderen Theilen erzeugt. — Ja, in manchen Fällen, kann man sogar durch Reizung der Hinterpfoten Tetanus der vorderen Theile erzeugen, ohne dass in den gereizten Hintertheilen selbst Tetanus hervorgerufen wird. Dies ist der Fall, wenn die Kraft der beiden unteren Rückenmarkshälften zu rasch oder zu leicht erschöpft wird, während sie in den ungetrennten vorderen noch fortdauert, so dass diese reagiren, während jene zur Reaction gegen Reiz ausser Stande sind. — Jener Tetanus der vorderen Theile ist aber begreiflicher Weise nur durch Erschütterung hervorzurufen, wenn nur die Hinterpfote gereizt wurde; und hieraus mag man entnehmen, wie geringer Erschütterung es nur bedarf, um den Tetanus entfernter Theile dadurch hervorzurufen; man mag aber auch daraus entnehmen, welch grosser Vorsicht es bedarf, um nicht eine Reaction aus einer directen Nervenleitung zu erklären, während sie doch unzweifelhaft aus mechanischen Ursachen, aus Erschütterung, ihren Ursprung nahm*). So lange freilich der untere Theil

---

*) Aber es kann natürlich jener Effect möglicher Weise durch directe Nervenleitung (bei nicht queer getrenntem Rückenmarke)

des Rückenmarks mit dem oberen durch eine Brücke der hinteren Stränge und grauer Substanz noch zusammenhängt*), wird man immer den durch Reizung der hinteren Theile hervorgerufenen Tetanus der vorderen von directer Leitung durch die Substanz des Rückenmarks ableiten können; was aber nicht der Fall ist, wenn dieselben Erscheinungen auch nach Durchschneidung dieser Brücke eintreten.

Nach diesen Erörterungen sind wir denn nun in den Stand gesetzt, das Experiment V. van Deen's genauer und richtiger zu beurtheilen. Wenn also z. B. nach der Theilung der unteren Rückenmarkshälfte, und nach gänzlicher queerer Trennung des rechten Hinter- und Vorderstrangs dergestalt, dass die obere unversehrte Rückenmarkshälfte mit der unteren nur durch den Hinterstrang linker Seite zusammenhängt, kein Tetanus sämmtlicher Theile nach Vergiftung eintritt**), so ist daran entweder die Lagerung des Frosches Schuld, durch welche die Zufuhr des vergifteten Blutes zu den Hälften des unteren Rückenmarkstheils ganz oder gröstentheils verhindert wird; oder Erschöpfung der Rückenmarkstheile vor ihrer gehörigen Versorgung mit vergiftetem Blute, — wie wir das früher bereits hinreichend erläutert haben.

Wenn aber van Deen behauptet, das Reflexbewegung der rechten Hinterpfote nur dann eintrete, wenn die Theilung ihrer

---

Statt finden. Ist ein vergifteter Frosch erschöpft, so bringt oft eine ganz leise Berührung hinten nur Tetanus vorn hervor. — Bei so leiser Berührung ist Ersthütterung der vordern Theile nicht denkbar; und der Tetanns vorn ist hier nur die Folge des von uns an anderm Orte bereits erörterten Umstandes, dass die directe centripetale Leitung im Rückenmarke Statt finden kann, ohne dass dadurch zugleich seine Action auf motorische Nerven, als Reflexbewegung, Statt findet.

*) Man möge erlauben, dass wir hier anticipiren: dass nur diese Theile, oder nur die graue Substanz, zur centripetalen Leitung fähig sind.

**) Nach gänzlich zerstörter äusserer Blutzufuhr kann in der rechten Hinterpfote natürlich kein Tetanus entstehen.

entsprechenden Rückenmarkshälfte bis über die Mittellinie hin bewerkstelligt worden sei, und nicht eintrete, wenn sie vollständig und genau in der Mittellinie bewirkt wurde, so ist VAN DEEN hier wiederum im Irrthum. — Denn auch nach vollständiger und genauer Theilung der unteren Rückenmarkshälfte entsteht Reflexbewegung, mag diese Partie des Rückenmarks von dem vorderen (oberen) unverletzten Theile durch einen Queerschnitt getrennt sein oder nicht. — Man darf natürlich nicht aus einem oder aus zwei Versuchen hier einen Schluss ziehen wollen. Denn oft stört man durch jene Längs- und Queer-Theilung die Organisation der entsprechenden Rükkenmarkshälften dergestalt, dass sie allerdings gegen keinen Reiz auf die entsprechenden Hinterpfoten Reaction mehr zeigen. Aber, wenn man die Versuche an vielen Thieren wiederholt, und geschickt und schonend ausführt, so wird man Fälle genug finden, die beweisen, dass auch eine der Länge nach getheilte, und von dem übrigen Rückenmarke durch einen Queerschnitt getrennte, untere Rückenmarkshälfte, aus der die Nerven für die Hinterpfoten ihren Ursprung nehmen, vollkommen fähig ist, in der ihr entsprechenden Hinterpfote Bewegungen nach Reizen zu erzeugen.

Wie aber der durch Reizung der linken Hinterpfote, in vorliegendem Versuche, erzeugte Tetanus der vorderen Theile nicht blos als durch die Leitung des Reizes mittelst der linken unteren Rückenmarkshälfte zu dem oberen unversehrten Rückenmarkstheile entstanden, zu betrachten ist (v. DEEN's Annahme*)), sondern wie dieser Versuch ebenfalls wiederum durchaus untauglich ist, das zu beweisen, was er beweisen soll, nämlich die Leitung oder Fortpflanzung der Reizung von unten nach oben innerhalb und mittelst der unteren Rückenmarkshälfte, —

---

*) Welcher Annahme wir zum Theil zwar beistimmen, nur nicht in den Fällen von erschütternder Reizung des Vorderkörpers, die in vorliegendem Experimente stets Statt finden muss.

das geht deutlich daraus hervor, dass dieselben Symptome fortbestehen, auch wenn die linke Rückenmarkshälfte von dem vorderen unversehrten Theile des Rückenmarks durch einen Queerschnitt gänzlich getrennt wird. — Reizung der linken Hinterpfote erzeugt hiernach ebenfalls den Tetanus, vor wie nach, nicht blos in dieser, sondern auch in den vorderen Körpertheilen. — Dass also hier von Nervenleitung nicht die Rede sein kann, sondern nur die Folgen der Erschütterung eintreten, sieht jeder klar ein.

So hätten wir denn gezeigt, dass dieser Versuch V. van Deen's in allen seinen Theilen durchaus unrichtig ist, und durchaus nicht tauglich, um über die Rückenmarksfunction einen Schluss daraus zu ziehen. — In manchen Fällen zeigen sich die von van Deen angegebenen Symptome ganz genau; und wir müssen daher auch hier wiederum den genauen Beobachtungen van Deen's das gebührende Lob zollen. Aber es fehlte diesen genauen Beobachtungen an Vielseitigkeit, an Umsicht, durch welche hätte entdeckt werden können, dass bei einer, anscheinend durchaus indifferenten Aenderung der Verhältnisse ganz entgegengesetzte Resultate zum Vorschein kommen. Indess sind wir weit entfernt, hieraus für v. Deen einen Vorwurf zu bilden. — Die Wissenschaft schreitet immer vor, und was der Erste fand, findet der Zweite oft besser, und noch besser der Dritte. — Wir sind daher eben so weit von dem Glauben entfernt, als seien mit unsern Versuchen die Acten über diese Experimente geschlossen. „Semper aliquid restabit adjiciendi!" — Wenden wir uns nun zum Versuche

VI. „Macht man den Versuch, wie bei I., und schneidet dem Frosche überdies noch alle vordere Wurzeln für die Hinterpfoten durch, so kann man, nach der Vergiftung mittelst Strychnin, den Tetanus nur in den vorderen Körpertheilen erzeugen, mag man nun die Vorderpfoten oder die Hinterpfoten durch Berührung oder sonst wie reizen."

Wir hätten sehr, in VAN DEEN's Interesse, gewünscht, dass er dieses Experiment VI. nicht aufgestellt hätte. Denn, soll ein Experiment etwas bezeichnen, so muss es irgend welche charakteristische Symptome bewirken, welche durch andre Experimente nicht auf gleiche Weise hervorgebracht werden könnnen. — Vorstehendes Experiment aber hat ganz dieselben Folgen, wenn man nur die vorderen Wurzeln für die Nerven der Hinterpfoten durchschneidet, gleichviel, ob man noch den Queerchnitt in die Vorderstränge macht oder nicht, ob man die Blutgefässe zerstöre oder nicht.

Dieses Experiment ist blos beweisend für die vorderen Nervenwurzeln, dass sie Muskelcontractionen bewirken, d. h. dass sie motorisch sind, und dass die hinteren die Eindrücke zum Rückenmark leiten, und dessen Reaction anregen — ein Beweis, dessen es nicht bedurfte, da er längst von Andern gegeben war.

VII. „Schneidet man, nach den im Experiment VI. erwähnten und bewirkten Verletzungen, noch einen der Hinterstränge durch, so treten dieselben Folgen ein, wie in dem erwähnten Experiment. — Also, man kann Tetanus in den vorderen Körpertheilen erzeugen, sowohl durch Reizung derjenigen Hinterpfote, deren Vorder- und Hinterstrang durchschnitten ist, wie durch Reizung der andern, deren Hinterstrang noch in ungestörter Verbindung mit dem oberen Theile des Rückenmarks ist."

VIII. „Macht man den Versuch, wie bei VI., und theilt nachher den unteren Theil des Rückenmarks in der Mittellinie der Länge nach, bis ein wenig über den Queerschnitt durch die Vorderstränge hinaus, so entstehen dieselben Erscheinungen, wie bei VI."

Diese beiden Versuche nehmen wir zusammen, da sie in dieselbe Categorie wie die Versuche VI. und V. gehören. — Beide Versuche sind durchaus unbezeichnend, nicht charak-

teristisch; denn die Erschütterung bei Berührung der Hinterpfoten hindert uns hier die richtigen Schlüsse zu finden. Ein jeder, welcher Versuche mit vergifteten Fröschen gemacht hat, wird wissen, wie äusserst gering die Erschütterung zu sein braucht, um sich auf den Vorderkörper fortzupflanzen. — Ganz leise Berührung, die wir als nicht erschütternd bezeichnen müssen, hat oft gar keine Reaction zur Folge; etwas stärkere bewirkt Erschütterung; man weiss also nicht, welchem Einflusse man die entstehenden Phänomene zuzuschreiben hat, — wie wir bereits bei der Erläuterung zu V. auseinandergesetzt haben*).

Während wir also bei diesen Versuchen van Deen's den trügerischen Weg nicht billigen, auf welchem derselbe seine Resultate zu finden vermeint, so sind wir mit den Schlüssen, die derselbe späterhin daraus zieht, allerdings einverstanden. — So beweist das Experiment VII, vorausgesetzt, dass der Frosch nicht vergiftet wird, dass von den verschiedenen Theilen des Rückenmarks die Hinterstränge und die hintere graue Substanz zur Fortleitung der Eindrücke von unten nach oben fähig sind. — Denn bringt man einem so präparirten Thiere einen Tropfen einer Säure auf eine oder die andre Hinterpfote, so wird man durch Bewegungen des Kopfs und der Vorderpfoten die Wirkungen des empfundenen Schmerzes erkennen.

Der Versuch VIII. kann, bei nicht vergifteten Fröschen, als Beweis dienen, wie jede Rückenmarkshälfte für sich, ohne mit der andern verbunden zu sein, ohne vordere Nervenwurzeln, zur Fortleitung erhaltener Eindrücke von unten nach oben fähig ist. — Denn durch Befeuchtung der ei-

---

*) Denn, schneidet man in diesen Versuchen VII. und VIII das Rückenmark queer gänzlich durch, so dass keine Verbindung zwischen oberem und unterem besteht, so ruft man doch dieselben Symptome hervor — durch Erschütterung bei dem Reizen.

nen oder andern Hinterpfote eines solchen Frosches mit einer Säure (Essig-, Schwefel-, Salpeter-Säure) wird man ebenfalls alsbald den Ausdruck des empfundenen Schmerzes in den sich windenden vorderen Körpertheilen, und den sich bewegenden beiden Hinterpfoten sehen.

IX. „Behandelt man einen Frosch wie im Experiment I., und schneidet demselben überdies alle hinteren Wurzeln für die Nerven der Hinterpfoten durch, so kann man nur an der vordern Körperhälfte experimentiren, und nur hier bringt Reizung dieses Theils die krampfhafte Bewegung hervor."

Wir können diesen Versuch nicht ganz bestätigen. Die Hinterpfoten sind zwar unempfindlich, auch ohne den Durchschnitt der Vorderstränge, blos nach Durchschneidung der hinteren Wurzeln, und durch Reizung dieser Theile (wenn dabei keine Erschütterung geübt wurde) können wir allerdings keine Reaction erzeugen. Aber während des Tetanus vorn, der nach der Vergiftung entstand, haben wir in mehreren Versuchen wiederholte Zuckungen der Hinterpfoten entstehen sehen, wenn wir den Frosch unmittelbar nach dem Eingeben des Giftes auf den Rücken legten, und in dieser Lage erhielten. — Legt man den Frosch auf die Bauchseite, alsdann entstehen allerdings alle von van Deen angeführten Symptome, und, wie das aus unserer Erläuterung des Experimentes I. hinreichend hervorleuchtet, entstehen die Symptome des Tetanus in den Hinterpfoten oder bleiben aus, je nachdem man den Zutritt des vergifteten Blutes zu dem unteren Theile des Rückenmarks verhindert oder nicht.

Aber noch ein andres Hinderniss für die Entstehung des Tetanus in den Hinterpfoten bei diesem Versuche ist Folgendes: Um die hinteren Nervenwurzeln zu durchschneiden, muss man mit einer Staarnadel die vorderen zur Seite schieben, und die hinteren etwas hervorziehen; letztere werden alsdann mit der Spitze einer feinen Scheere aufgenommen und durchgeschnitten; van Deen spricht nichts von dem Technischen

dieses Versuches; und darum heben wir um so mehr hervor, dass man dieses Experiment nur bei sehr grossen Fröschen machen kann. Denn sowohl die vorderen Nervenwurzeln, wie der ganze untere Theil des Rückenmarkes werden bei Ausführung dieses Versuchs, ausserordentlich gezerrt und gedehnt, oft genug verletzt. Denn hat man auch die vorderen Wurzeln zur Seite geschoben, und man schiebt die hinteren mit der Staarnadel seitwärts, und in die Höhe aus dem Wirbelcanal hervor, wobei eine Zerrung derselben in gewissem Grade unvermeidlich ist, so entstehen, oft schon bei blosser Berührung der hinteren Nervenwurzeln, die heftigsten Anstrengungen des Frosches in Folge des dadurch verursachten Schmerzes; bei diesen heftigen Bewegungen ziehen sich die vorderen Nervenwurzeln wieder über die hinteren in den Wirbelcanal an ihre frühere Stelle, und ein wiederholtes Aufsuchen und Fassen der hinteren Wurzeln, also auch ein wiederholtes Wegschieben der vorderen Nervenwurzeln ist dabei nothwendig, darum werden die sämmtlichen Theile mehr oder weniger beeinträchtigt, und zu ihrer gehörigen Function mehr oder weniger unfähig. — Dieser Versuch ist daher von allen van Deen'schen Experimenten am schwierigsten auszuführen (Durchschneidung der hinteren Nervenwurzeln in dem von vorn geöffneten Wirbelcanal). — Aus jenem Grunde also ist schon ein Urtheil über die nach der Vergiftung hierbei eintretenden Erscheinungen mit grosser Vorsicht aufzunehmen, und nur eine grössere Anzahl von gut gelungenen Versuchen, bei denen die Zerrung des Rückenmarks und der vorderen Nervenwurzeln möglichst vermieden worden war, darf zu einem Urtheile maassgebend sein. — Wir haben einen vollständigen Tetanus, wie nach dem Exper. I. nicht ein einziges Mal in diesem Versuche IX. eintreten sehen, aber leise anhaltende Zuckungen in den Muskeln der Hinterpfoten haben wir wiederholt während des Tetanus die vorderen Theile beobachtet.

Abgesehen aber von den Complicationen dieses Versuchs durch die Schwierigkeit seiner Ausführung und die dabei Statt findenden nicht zum Experimente gehörigen Beeinträchtigungen, so hat VAN DEEN, gegen Stannius, mit vollem Rechte behauptet, dass nach durchschnittenem Rückenmarke und hinteren Wurzeln für die Nerven der Hinterpfoten dennoch Tetanus der Hinterpfoten durch die Vergiftung des Thiers mit Strychnin entstehen kann. — Darum ist aber auch a priori schon jeder Grund für die Behauptung vorhanden, dass nach Ausführung des Experimentes IX. Tetanus der Hinterpfoten entstehe, wenn das Gift Zutritt zu dem unteren Theile des Rückenmarks erhält.— Das geschieht aber durch die Rückenlage des Frosches. Und nun bedarf es nur eines äusseren Reizes auf den unteren Rückenmarkstheil, um die Wirkungen des Giftes in den Hinterpfoten zum Ausbruch zu bringen. Dieser Reiz aber wird dem untern Rückenmarkstheile von dem oberen her mittelst der, beide verbindenden, Hinterstränge zugeführt, und darum sehen wir also die Zuckungen der Hinterpfoten, deren geringere Heftigkeit aus der Beeinträchtigung durch die Operation abzuleiten ist.

X. „Wenn man, anstatt die vorderen Wurzeln zu entfernen (wie im Versuch VI.), die beiden Vorderstränge unterhalb des Queerschnitts wegschneidet, so ist das Resultat dessenungeachtet wie im genannten Versuche."

XI. „Eben so werden die Symptome keine Aenderung zeigen, wenn man ausserdem die beiden Hinterstränge der Länge nach in der Mittellinie bis zum Queerschnitt, oder etwas darüber theilt."

XII. „Hat man endlich einen der beiden getheilten Hinterstränge gänzlich queer durchgeschnitten, so wird Reizung der einen Hinterpfote, mittelst des einen Viertels des Rückenmarks, den Tetanus im vorderen Körpertheile erneuern."

Wir betrachten diese drei Versuche zugleich, weil sie nur Modificationen desselben Experiments sind. — Vor allen

Dingen schicken wir voraus, dass mechanische Reizung bei diesen Versuchen durchaus nicht zur Anwendung kommen darf, und dass diese Versuche, wenn VAN DEEN nur durch mechanische Reizung deren Resultate hervorrufen wollte, als das Resultat einer Täuschung erscheinen würden. — Denn dieselben Folgen entstehen auch, wenn man das ganze Rückenmark unterhalb des Queerschnitts in die Vorderstränge gänzlich aus dem Wirbelcanal ausschneidet, durch blose Wirkung der Erschütterung, in Folge der mechanischen Berührung der Hinterpfoten, wie wir bereits oben hinreichend auseinandergesetzt haben.

Es beweisen daher auch diese Versuche wiederum die Unzweckmässigkeit der Anwendung des Strychnin's zur Aufklärung der Fragen über die Function der einzelnen Rückenmarkstheile. — Macht man aber die Versuche X., XI. und XII., ohne den Frosch nachher zu vergiften, so können wir durch Reizung der Hinterpfoten mittelst einer schmerzerregenden Säure deutlich sehen, dass zur centripetalen Leitung der peripherischen Eindrücke die Hinterstränge und die hintere graue Substanz fähig sind, auch wenn sie mit Vordersträngen und vorderen Nervenwurzeln nicht mehr in Verbindung sind (X.).— Wir sehen ferner, dass sogar jeder einzelne Hinterstrang (mit grauer hintrer Substanz) zur Fortleitung des auf die gleichseitige Hinterpfote angebrachten Reizes fähig ist, ohne mit dem Hinterstrang der andern Seite verbunden zu sein (XI.); und dass demnach diese Leitung in dem einen Hinterstrang, wenn er queer gänzlich durchschnitten war, unterbrochen wird, während sie durch den andern, so lange er mit dem oberen unversehrten Theile des Rückenmarks noch in Verbindung ist, fernerhin vermittelt werden kann (XII.). — Die Aeusserung dieser Leitung zeigt sich in den Bewegungen des Kopfes, und beider Vorderpfoten, dem Einziehen beider Augen, unmittelbar nach Application der ätzenden Säure.

Aus den negativen Resultaten (dem Mangel einer jeden Bewegung der gereizten Hinterpfoten) bestätigt man zugleich

in jedem dieser Versuche das alte bekannte Gesetz, dass Hinterstränge und hintere Nervenwurzeln nicht diejenigen Theile sind, welche direct die Muskeln zu Contractionen veranlassen.

XIII. „Oeffnet man die Wirbelsäule von hinten, und schneidet in der Gegend des 3ten Wirbels blos die Hinterstränge, und nicht die Vorderstränge des Rückenmarks queer durch, (Fig. 11) öffnet man hiernach die Bauchhöhle etc., wie in den vorhergehenden Versuchen, um alle Gefässverbindungen zu zerstören, welche sich vor und hinter den durchschnittenen Hintersträngen befinden; bringt man alsdann dem Thiere einen oder zwei Tropfen essigsaures Strychnin in den Mund, wie bei Versuch I., so wird nach einiger Zeit Tetanus in den Hinter- und Vorderpfoten entstehen. Jedoch bleiben die Hinterpfoten nicht so vollkommen steif, noch so anhaltend tetanisch, wie nach ungestörtem Blutlauf zwischen hinteren und vorderen Körpertheilen."

Dieser Versuch ist, wenn man blos die Wirkungen der Rückenmarksverletzung, ohne den Frosch mit Strychnin zu vergiften, betrachtet, ein sehr interessanter. Denn, nach durchschnittenen Hintersträngen zwischen 3tem und 4tem Wirbel hüpft der Frosch, wie vor der Operation, und macht mit den beiden Hinterpfoten alle willkürlichen Bewegungen, als wäre sein Rückenmark ganz unverletzt. — Der Einfluss des Willens wird also durch den Queerschnitt in die Hinterstränge nicht im mindesten gehindert, vor wie nach auf die Hinterpfoten zu wirken. — Nur wenn man die hintere graue Substanz nicht allein gänzlich durchschneidet, sondern auch die vordere graue zugleich durch den Schnitt ein wenig mit verletzt, ohne sie gänzlich durchzuschneiden, nur in diesem Falle werden die willkürlichen Bewegungen der Hinterpfoten bedeutend geschwächt.

Aus dem Gesagten lässt sich also leicht ersehen, wie eine jede Erregung des oberen Rückenmarkstheils zu Bewegungen, in Folge des Willenseinflusses, zugleich auch auf

den unteren Rückenmarkstheil und auf die Bewegungen der Hinterpfoten wirken muss, wenn der Frosch irgend eine Ortsbewegung, z. B. Bewegungen zur Flucht in Folge eines empfundenen Reizes, auszuführen sich bestrebt. — Also: kneipt man einem so operirten, nicht vergifteten Frosche, die Zehe einer Vorderpfote, so wird er zugleich mit den vorderen Körpertheilen beide Hinterpfoten bewegen, um sich dem Reize zu entziehen, — durch Kraft seines Willens, in Folge des gefühlten Schmerzes.

Aus dem Gesagten geht aber nicht minder hervor, dass ein Frosch, wenn er in Folge der Vergiftung durch Strychnin in den Vordertheilen, — sogar wenn diese ausschliesslich hier und nicht zugleich in dem unteren Rückenmarkstheile zu bewerkstelligen wäre, — die heftigen Schmerzen empfindet*), ebenfalls die Hinterpfoten bewegen wird, um gegen die grossen Schmerzen zu reagiren, die Flucht zu ergreifen. — An einer wirklichen Ausführung geordneter Bewegungen mittelst der Hinterpfoten müsste das Thier aber gehindert werden, denn die vorderen Körpertheile harmoniren nicht zu gleichen Bewegungen, und die heftigen Schmerzen, so wie die heftigen Krämpfe der vorderen Theile müssen zugleich eine jede Willensanstrengung der Hinterpfoten, wenn auch nicht unterdrücken, doch sehr modificiren. — Denn es ist unwahrscheinlich, dass der Willenseinfluss durch einen in Folge von Vergiftung veränderten Rückenmarkstheil eben so fortgepflanzt wird, wie durch einen nicht vergifteten**) — Dass aber

---

*) Und dass der Tetanus von den heftigsten Schmerzen begleitet ist, wissen wir aus derartigen Fällen bei Menschen zur Genüge.

**) Ob die Veränderung der Gehirnsubstanz durch Strychnin der Art sei, dass das Denken und Willensvermögen aufgehoben werde, möchten wir verneinen. Denn Menschen, die vom Tetanus befallen sind, denken noch, und haben Willensvermögen während der Paroxysmen und Remissionen; und Frösche zeigen in den Remissionen der leichteren Tetanus-Anfälle solche Phänomene, dass man ihnen

der Willenseinfluss ein bedeutender Erreger auch des vergifteten Rückenmarks sei, dürfen wir nicht leugnen*); und mindestens müssen wir denselben in gleiche Categorie mit den äusseren Reizen stellen.

Hieraus geht also hervor, dass bei einem Frosche, dessen Empfindung und Willenskraft noch fortbesteht, durch einen in den vorderen Körpertheilen erzeugten Tetanus nothwendig Bewegungen der Hinterpfoten erzeugt werden müssen, selbst wenn das Gift den Rückenmarkstheil nicht verändert hat, aus welchem die Nerven für die Hinterpfoten entspringen.

Deshalb sehen wir denn bei diesem Experimente Folgendes: durch Vergiftung entsteht nicht allein Tetanus in den vorderen Körpertheilen, sondern auch Bewegungen in den hinteren; ja, Tetanus dieser letzteren, wie van Deen ganz richtig angiebt, entsteht sogar, vorausgesetzt, dass man den Frosch auf die Bauchseite nach der Vergiftung legt, und demgemäss den Zutritt des vergifteten Blutes zu dem unteren Theile des Rückenmarks nicht gänzlich verhindert. Denn aus dem früher Mitgetheilten ist es über allen Zweifel gehoben, dass das van Deen'sche Operationsverfahren eine wirkliche Verhinderung der Blutcirculation in dem unteren Rückenmarkstheile nicht zu Stande bringt.

Aus dem Mitgetheilten ist aber auch klar, dass bei van Deen's Verfahren der Willenseinfluss eine, wenn auch nicht

---

Sinnesempfindungen nicht ganz absprechen kann; und, dies angenommen, muss man auch das Bestehen des Willensvermögens zugeben, wenn gleich dessen Einfluss auf die Nerven nicht wie sonst vorhanden ist.

*) Eine Folge desselben sind vielleicht manche Paroxysmen des Tetanus nach der Vergiftung. Wir sagen damit keineswegs, alle. — Denn die typische Wiederkehr der einzelnen Paroxysmen scheint mehr darauf gegründet, dass jeder Anfall für den Augenblick die Action des Rückenmarks erschöpft, und dadurch aufhört. — Die Kraft des Rückenmarks aber erzeugt sich bald wieder, und hat sie eine gewisse Höhe erreicht, so bricht durch irgend einen Reiz, statt einer einfachen Bewegung, der Tetanus aus.

bedeutende Rolle, zur Erzeugung der Bewegungen der Hinterpfoten spielt, und dass also in diesem Experimente XIII. zwei Umstände zur Erzeugung der Bewegungen der Hinterpfoten mitwirken, welche durchaus nicht in der Absicht, in dem Princip des Versuches, liegen; nämlich 1) Vergiftung des unteren Rückenmarkstheils, und 2) Erregung desselben in Folge des bestehenden Willenseinflusses, oder des Reactionsbestrebens in Folge der durch den Tetanus empfundenen Schmerzen. — VAN DEEN aber will blos beweisen, dass eine im Rückenmarke selbst entstandene unwillkürliche Bewegung (Tetanus) sich weiter nach unten verbreite auf alle damit zusammenhängenden nicht vergifteten Rückenmarkstheile, sofern letztere die Verbreitung in der einen Richtung überhaupt vermitteln, d. h. motorisch sind.

Daher müsten, sofern VAN DEEN's Voraussetzungen richtig wären, dieselben Symptome entstehen, nach der Vergiftung, auch wenn wir jene genannten beiden Umstände zu beseitigen im Stande wären, und also veranlassen könnten, dass nur im oberen Theile des Rückenmarks vergiftetes Blut circulire, und nicht im unteren; und wenn wir ferner jeden Willenseinfluss, und jede wirkliche Empfindung von Schmerzen — von den tetanischen Vordertheilen aus, deren Rückenmark noch mit dem für die hinteren Theile in Verbindung steht, — verhindern könnten.

Aus unseren früheren Erörterungen ist nun aber bekannt, dass eine totale Hemmung der Circulation im unteren Rückenmarkstheile nicht möglich ist, so lange noch im oberen die Blutcirculation fortbesteht, und beide Rückenmarkstheile durch eine, wenn auch noch so schmale Brücke in Verbindung geblieben sind. — Wir können nur die Circulation auf ein Minimum unter solchen Umständen reduciren, wenn wir den Ausfluss des ankommenden Blutes aus der im Rückenmark befindlichen Wunde befördern, durch eine solche Lage, dass die Wunde unten liegt, und also die mechanische Schwere den

Ausfluss des Blutes begünstigen hilft; ausserdem können wir, nach gleichem Princip den unteren Theil des Rückenmarks höher legen als den oberen, so dass das Blut gegen seine mechanische Schwere bis zur Wunde hin aufsteigen muss, also durch seine Schwere verhindert wird, in dem Maasse in den unteren Rückenmarkstheil zu gelangen, als es geschehen würde, wenn das Thier eine horizontale Lage hätte.

Zur Beseitigung des Willenseinflusses aber steht uns ein vollständig helfendes Mittel zu Gebote, d. h. Trennung des Rückenmarkes vom Gehirn, — also zwischen kleinem Gehirn und erstem Nervenpaare. — Eine bedeutende Schwächung des Willens erreicht man auch, durch Längstheilung des Gehirns in seiner Mittellinie; doch ist das weniger sicher, als die erstgenannte Maasregel, wenn gleich nach letzterer die Respiration besser fortbestehen kann, und die Vergiftung rascher und leichter erfolgt, als nach ersterer.

Versuchen wir also die Prüfung dieses Experiments auf folgende Weise: Wir öffnen einem Frosche den Wirbelcanal von hinten, und schneiden bei'm 3ten Wirbel die Hinterstränge queer durch*), ohne vordere graue Substanz und Vorderstränge zu verletzen. Nun öffnen wir die Bauchhöhle, schneiden Eingeweide und Gefässe, von allen ihren Verbindungen mit der Wirbelsäule los, und lassen mit Vorsatz einen relativ ziemlich starken Blutverlust eintreten**). Nun zerstören wir, wie im Versuche I., alle äussern Gefässverbindungen des unteren Rückenmarkstheils, und geben dem Frosche einen Tropfen

---

*) Um eine Berührung der beiden Durchschnittsflächen zu verhüten, und also auch eine Imbibition des aus der oberen Wundfläche ausschwitzenden vergifteten Blutes oder Serum's in den unteren, schneiden wir ein wenig von dem oberen Hinterstrang, in Form eines kleinen Keils, weg.

**) Hierdurch bringen wir die mittelst der Vorderstränge noch mögliche Circulation im unteren Theile des Rückenmarks, von dessen oberem Theile aus, auf ein Minimum zurück.

Strychnin in den Mund. Hierauf legen wir dessen Körper auf einen Schwamm, so, dass der Kopf tief und die Füsse hoch liegen, und die Wunde im Rückenmarke unten befindlich ist, d. h., wir legen den Frosch auf die Rückenseite; alles aus begreiflichen Gründen. — Nach einigen Minuten, wenn der Frosch wieder zu respiriren anfängt, und wir den Uebergang des Gifts in die Blutmasse als sicher annehmen dürfen*), schneiden wir mittelst eines scharfen Messerchens die medulla oblongata zwischen dem kleinen Gehirn und dem ersten Halswirbel durch, bringen den Frosch wieder in die frühere Lage, und warten die Erscheinungen ab. Nach 15 — 20, oft erst nach 30 Minuten tritt alsdann der Tetanus in beiden Vorderpfoten ein, aber nicht die mindeste Zuckung zeigt sich in den Hinterpfoten. — Wir können durch Berührung der Vorderpfoten alsdann den Tetanus dieser wiederholen, ohne dass in den Hinterpfoten sich die mindeste Bewegung zeigt. — Reizen wir dagegen die Hinterpfoten, so zeigen sich in ihnen mehr oder minder starke Reflexbewegungen, und durch diese entsteht mittelbar, als eine Folge der Erschütterung, Tetanus in den vorderen Theilen.

Der Tetanus der Vorderpfoten bei diesem Versuche ist sehr oft nur schwach, nicht so heftig als bei unverletzten Fröschen, oder wie bei solchen, denen man keinen Blutverlust während des Versuchs bewirkte. — Es ist dies aus der relativ geringen Menge Giftes erklärlich, welche in den oberen Theil des Rückenmarkes gelangt, nicht aber aus Schwäche der Rückenmarksfunction; denn die Reflexbewegungen der Hinterpfoten sind sehr heftig, wie denn das Nähere aus unsern

*) Der Herzschlag dauert nämlich, wie das bekannt ist, noch lange nach Durchschneidung der Medulla oblongata fort; und treibt so das Gift zum oberen Rückenmarkstheile. Man kann auch vor der Vergiftung den Schnitt durch die medulla oblongata machen, doch bleibt alsdann der Eintritt des Tetanus zu lange aus.

Erörterungen über die Erscheinungen an Fröschen, die ihrer Blutcirculation gänzlich beraubt sind, hervorgeht.

Hatten wir in diesem Versuche das Gehirn blos der Länge nach getheilt, statt dasselbe durch einen Schnitt in die medulla oblongata gänzlich vom Rückenmarke zu trennen; so sahen wir mehrere Male während des Tetanus der vorderen Theile zugleich schwache Bewegungen einer oder der andern Hinterpfote, ohne dass man diese Bewegungen hätte als Tetanus bezeichnen dürfen*).

Machten wir den Versuch ganz nach van Deen, jedoch ohne einen Blutverlust herbeizuführen, und legten das Thier nach der Vergiftung auf den Rücken, so entstand alsbald Tetanus in Vorder- und Hinterpfoten. In diesem Falle war, wie ein jeder leicht einsehen wird, die tiefe Lage der Wunde nicht hinreichend, um den Uebergang des vergifteten Blutes zu dem unteren Theile des Rückenmarks zu verhindern; die Erregung vom Willensorgane, dem Gehirne, aus trat während der Tetanus-Anfälle vorn hinzu, um auch die Bewegungen der Hinterpfoten auf den höchsten Grad zu steigern. Doch war der Tetanus letzterer nie so stark, als der der Vorderpfoten, eine Bemerkung, die auch schon van Deen macht, und welche ihm hätte den Antrieb zur Einsicht geben müssen, dass seine Meinung über die Entstehung des Tetanus in den Hinterpfoten, als aus blosser Fortpflanzung der unwillkürlichen Bewegung des oberen Rückenmarkstheils auf den unteren, nicht statthaft

---

*) Diese Bewegungen müssen entweder als willkürliche — denn Längstheilung des Hirns hebt den Willen nicht auf, — oder als Fortpflanzung des centralen Reflexes gelten, oder als Fortpflanzung der Reflexaction des oberen Rückenmarkstheils auf den unteren. Da aber der obere durch Strychnin krankhaft verändert ist, der untere aber nicht, so wird jener den Tetanus, dieser aber durch gleichen Reiz nur Reflexbewegung erzeugen. — Nur wenn hinreichend viel Gift durch die Brücke oder durch Imbibition in den unteren Rückenmarkstheil gelangt, werden die anfänglichen Reflexbewegungen immer mehr den tetanischen gleich.

sei. — Denn wäre der Tetanus der Hinterpfoten in diesem Versuche nur eine einfache Fortleitung der Action des oberen Rückenmarkstheils, so müsste in hinteren wie in vorderen Theilen die Heftigkeit des Krampfes vollkommen gleich sein. Denn van Deen nimmt an, — und auch wir sind ähnlicher Ansicht, jedoch aus andern Gründen — dass nur (wir sagen: vorzugsweise) die Vorderstränge zu dieser Fortleitung von oben nach unten, respective zur motorischen Action, bestimmt seien.

Von sehr grosser Wichtigkeit ist ein Versuch, den wir hierbei oft wiederholt haben, und der die Bedeutung der vorderen grauen Substanz, als derjenigen, die die Fortleitung, respective Vermittlung, der Eindrücke zur Bewegung bewirkt, ausser Zweifel setzt, — und der, im schneidendsten Widerspruch mit van Deen's und Andrer Behauptungen, den Beweis liefert, dass die eigentlichen Vorderstränge, nämlich die vordere weisse Marksubstanz, mit Fortleitung des Antriebs zur Bewegung von oben nach unten durchaus nichts zu thun haben.

Schneiden wir nämlich am 3ten Wirbel die Hinterstränge d. h. hintere weisse und graue Substanz, und zugleich die vordere graue Substanz ein, dergestalt, dass nur die vordere weisse Substanz, also die eigentlichen Vorderstränge an dieser Stelle den oberen Theil des Rückenmarks mit dem unteren verbinden, zerstören dann wie bei Versuch I. alle äusseren Gefässverbindungen, lassen etwas Blut dabei verloren gehen, vergiften den Frosch vom Munde aus, und legen denselben auf den Rücken, und mit dem Kopfe tiefer als mit dem unteren Körpertheile, so entsteht alsbald der heftigste Tetanus in allen vorderen Theilen, aber nicht die mindeste Bewegung der hinteren Theile.

Durch Reiz der vorderen Theile können wir wiederholt den Tetanus der Vorderpfoten erzeugen, ohne dass die Hinterpfoten die geringste Bewegung zeigen. — Reizen wir ganz leise die Hinterpfoten, so entsteht in ihnen eine schwache Reflexbewegung, oft ohne Tetanus der vorderen Theile, letzterer

tritt aber stets durch Erschütterung ein, wenn die Reflexbewegung der hinteren Theile etwas stärker, durch stärkern Reiz, hervorgerufen wurde.

Diese Phänomene können wir kürzere oder längere Zeit hervorrufen; endlich aber gewahren wir die Wirkung des durch die schmale Brücke der vorderen weissen Marksubstanz auf den unteren Rückenmarkstheil übergehenden Giftes. Denn, statt der anfänglichen Reflexbewegungen, treten später in den hinteren Theilen schwache tetanische Streckungen ein, und zugleich mit diesen, durch mechanische Erschütterung, Tetanus in den vorderen Theilen. — Dass dies aber nicht eine Mittheilung durch Nervenleitung sei, sehen wir deutlich daraus, dass wir auch jetzt noch durch Reizung der vorderen Theile Tetanus in diesen erzeugen können, ohne dass sich dabei die mindeste Bewegung in den Hinterpfoten äussert.

Aus den hier mitgetheilten Thatsachen müssen wir also den Schluss ziehen, dass die von van Deen für das Experiment XIII. angeführten Erscheinungen bei Wiederholung desselben sich als vollkommen richtig beobachtet bewähren; dass dagegen die Schlüsse, welche van Deen auf dasselbe baut, durchaus nicht auf den wahren Gründen beruhen; dass eine Mittheilung des Giftes vom oberen Theile des Rückenmarks auf den unteren hin nicht verhütet werden kann, dass vollständige Aufhebung der Blutcirculation in diesem streng nach van Deen's Vorschrift ausgeführten Versuche eine Unmöglichkeit ist, und dass die ganze Lehre von der directen Fortleitung des tetanischen Zustandes des oberen Theils des vergifteten Rückenmarks auf den unteren nicht vergifteten Theil desselben durchaus nicht fortbestehen darf, da sie als eine ganz falsche sich darstellt.

Gleichwohl kommen wir theilweise mit dem aus diesem Experimente später von van Deen gezogenen Schlusse überein; freilich nur theilweise, und aus andern Beweggründen, wovon weiter unten das Nähere.

XIV. „Behandelt man einen Frosch wie im Experiment XIII., und schneidet überdies noch einen der Vorderstränge durch, dergestalt, dass an dieser Stelle nur noch ein Vorderstrang vorhanden ist, Fig. 17., so wird sich die Vergiftung in beiden Vorderpfoten äussern, und in der einen Hinterpfote; während in der andern, auf der Seite nämlich wo die Rückenmarkshälfte gänzlich durchgeschnitten war, nur Reflexbewegung entsteht, vorausgesetzt, dass man dem Thiere nicht ausserordentlich viel Strychnin gegeben hat.“

Wir haben diesen Versuch bei zehnmaliger Wiederholung durchaus nicht bestätigt gefunden. Es entstand stets ein allgemeiner Tetanus, in Vorder- wie in Hinterpfoten — auch nach der Darreichung von höchstens einem Tropfen der Strychninsolution. — Die Erklärung ist nicht schwer: Sobald das Gift vom oberen Rückenmarkstheile mittelst des die Brücke bildenden einen Vorderstranges in das Parenchym des unteren Rückenmarkstheils gelangt, so ist es weit entfernt davon, sich hier nur innerhalb der einen Seitenhälfte, deren Vorderstrang ungetrennt ist, weiter zu verbreiten. — Denn die Capillargefässe beider Seitenhälften hängen innig und vielfach mit einander zusammen, und so gelangt das Gift, von einer Seitenhälfte zur andern, sehr rasch nachdem es die erste erreicht hatte. Gleiche Veränderung bedingt aber gleiche Wirkung; und da die Erregung von einer Seitenhälfte so leicht auf die andre übertragen wird, wie wir das bei den Reflexbewegungen sehen, so ist es erklärt, wie die eine Hinterpfote auf deren Seite der Vorderstrang durchschnitten ist, von der andern, die den Impuls zum Ausbruch des Tetanus vom oberen Theile des Rückenmarks empfing, zur Action angeregt wurde. — Warum aber van Deen andre Resultate sah, das zu erklären überlassen wir billiger Weise ihm selbst.

XV. „Behandelt man einen Frosch, wie im Versuche XIII., und trennt nachher die medulla spinalis wie im Versuche III., so unterscheiden sich die nach der Vergiftung ent-

stehenden Symptome durchaus nicht von denen des Experiments XIII; ausgenommen, dass, wenn es zuweilen gelingt, eine Reflexbewegung hervorzurufen, indem man ganz leise eine Hinterpfote berührt, ohne durch Erschütterung den Tetanus vorn hervorzurufen, diese Reflexbewegung sich nur in der berührten Hinterpfote äussern kann."

Die hier angeführten Resultate sind durchaus nicht allgemein gültig. Denn: kann das Gift in sämmtliche Theile des Rückenmarks gelangen, und das geschieht nach VAN DEEN's Versuchsmethode, wenn man Blutverlust verhindert, oder auch, wenn man die äussere Gefässverbindung gar nicht stört, so entsteht allerdings ein allgemeiner Tetanus. — Aber jede Berührung einer Hinterpfote erneuert zugleich den allgemeinen Tetanus; es ist nicht möglich, so lange das Thier noch nicht erschöpft ist, eine locale Reflexbewegung durch Reiz zu erzeugen; ist aber — nach wiederholten Tetanus-Anfällen — Erschöpfung eingetreten, so bringt zwar Reizung einer Hinterpfote locale Reflexbewegung derselben hervor; aber Reizung einer Vorderpfote bringt alsdann ebenfalls Reflexbewegung nur dieser gereizten Vorderpfote hervor. — Es darf also erstere Reflexbewegung der Hinterpfote nicht der Längstheilung des unteren Rückenmarks, sondern sie muss der Erschöpfung zugeschrieben werden, die eine starke Reaction hindert. Ausserdem ist bekannt, dass, so lange noch an irgend einer Stelle die Seitenhälften des Rückenmarks zusammenhängen, Reizungen einer Seitenhälfte auf die andre übergehen, und dass demnach in unsrem Falle Reizung einer Hinterpfote zugleich Bewegung der andern herbeiführen kann. Dass dies nicht in allen Fällen geschieht, ist Folge der oft nicht schonend genug ausgeführten Operation. — Ferner: Lässt man bei dieser Operation, den Frosch relativ viel Blut verlieren, um dadurch den Zutritt des Giftes zu den beiden Seitenhälften des Rückenmarks unterhalb des Querdurchschnitts zu verhindern, und legt man, zu gleichem Zwecke, den Frosch

unmittelbar nach der Vergiftung auf den Rücken, statt auf die Bauchseite, so entsteht, kürzere oder längere Zeit nachher, Tetanus in beiden Vorderpfoten und allen vorderen Theilen, aber nicht die mindeste Bewegung in beiden Hinterpfoten*).

Wir können dem Leser überlassen alle übrigen Folgerungen in Beziehung auf diesen Versuch selbst zu ziehen, und glauben, dass die früheren Erörterungen hinreichend alle Standpunkte zur Beurtheilung abgeben.

XVI. „Wenn die Trennung (der beiden Seitenhälften) ein wenig über den Queerschnitt hinaus bewerkstelligt wurde, so entstehen dieselben Phänomene."

Wir müssen auf diesen Versuch dieselben Bemerkungen anwenden, wie auf den vorhergehenden, und müssen denselben für durchaus überflüssig erklären, da kein besonderer Grund für diese Modification einleuchtet.

XVII. „Wurde die Operation wie im Versuch XV. oder XVI. gemacht, und überdies noch ein Vorderstrang durchgeschnitten, so erzeugt Berührung der einen Hinterpfote und beider Vorderpfoten dieselben Resultate wie im Versuch XV.; während die Berührung der andern Hinterpfote durchaus keine Reflexbewegung zur Folge haben wird; aber das Gegentheil findet statt, wenn die Trennung so bewirkt wurde, wie im Experiment V. erwähnt worden (nämlich jenseits der Mittellinie), und die nothwendig ist, um Reflexbewegung zu erzeugen."

---

*) Da nach einem Blutverluste die Wirkung des Giftes oft erst 20—30 Minuten nach dem Eingeben desselben in den Mund eintritt, so haben oft zu der Zeit, wo vorn Tetanus besteht, die Hinterpfoten sogar ihr Reflexvermögen verloren; es ist dies leicht erklärlich aus dem örtlichen Absterben der unteren Rückenmarkshälften aus gänzlichem Mangel der Blutcirculation. — Man kann sogar die Hinterpfoten in solchen Fällen erschüttern, und also auch dadurch den Vorderkörper; dennoch entsteht kein Tetanus vorn; dieser wird aber sogleich hervorgerufen, wenn man eine Vorderpfote oder den Kopf selbst berührt.

Aus einem bereits früher von uns mitgetheilten Versuche geht hervor, dass auch die für dieses Experiment von van Deen aufgestellten Phänomene das Resultat einer Täuschung und unzureichender Beobachtung sind. — Denn, so wie durch jedes mit den vorderen Wurzeln noch zusammenhängende Stückchen Rückenmark, sofern nur vordere graue und weisse Substanz einer Seite noch vorhanden ist, Tetanus durch Imprägnation mit Strychnin in den ihm entsprechenden Theilen erzeugt werden kann, so haben wir gesehen, dass auch nach Ausführung dieses Versuches allgemeiner Tetanus erzeugt werden kann, wenn man die Bluteirculation nicht hindert. — Der Tetanus der einen Hinterpfote, deren Rückenmarkshälfte durch den Queerschnitt total vom übrigen Rückenmarke getrennt ist, entsteht allerdings später als in der andern, weil das vergiftete Blut langsamer zu ihrem Rückenmarkstheile gelangt, dauert aber dafür länger in ihr als in der anderen. Die Operationsmethode van Deen's hindert nun zwar den Blutumlauf in der einen ganz getrennten Rückenmarkshälfte, nicht aber — wie v. Deen fälschlich glaubt — in der andern. — Daher erklären sich die von ihm aufgestellten Resultate, welche indess, gerade für seine Verfahrungsweise noch eine falsche Thatsache enthalten. Das ist: dass nur Reflexbewegung in der einen Hinterpfote zu erzeugen möglich wäre, wenn die Theilung ihrer Rückenmarkshälfte etwas über die Mittellinie (jenseits derselben) hinaus bewerkstelligt worden sei. Dadurch müssen demnach zwei ungleiche Seitenhälften entstehen; die eine, welche mehr Rükkenmarkssubstanz enthält als die andre, erscheint fähiger zur Function, als die, welche weniger enthält, die schmäler ist, und demzufolge durch die Theilung auch die gröste Beeinträchtigung erlitten hat. — Indessen müssen wir dieser Angabe widersprechen.

Wenn es nämlich auch oft genug bei Längstheilung der unteren Rückenmarkshälfte vorkommt, dass die beiden Seiten-

hälften nicht ganz gleich sind*), und demzufolge die eine Hinterpfote sehr bedeutende Reflex- und willkürliche Bewegungen zeigt, während die andre von dem Willenseinfluss gar nicht erregt wird, und auch auf äussere Reize keine Reactionen zeigt, so haben wir doch oft genug gesehen, dass bei richtigerer Theilung Willens- und Reflexbewegungen in beiden Hinterpfoten stattfanden, wenngleich fast immer stärker in der einen als in der andern. — Denn die Theilung des Rückenmarks bei einem Frosche gehört für Jeden, selbst bei der geschiktesten Hand, zu den Unmöglichkeiten, wenn man sie genau in der Mittellinie verlangt.

Darum kann es also nur Fehler des Experiments sein, wenn in einer Hinterpfote, deren Rückenmarkshälfte vom vorderen Rückenmarkstheile durch einen Queerschnitt gänzlich getrennt ist, keine Reflexbewegung mehr zu erregen ist. — Diese Fehler aber können in Folgendem bestehen: 1) die Rükkenmarkshälfte ist bei der Theilung zu sehr gezerrt und gequetscht, und dadurch also zu ihren Functionen unfähig geworden. 2) Man versucht die Reizung zu rasch nach der Operation; in diesem Falle ist die Erschütterung, vom Eingriffe der Theilung her, noch nicht ausgeglichen, und es erfolgt auf keinen Reiz Reaction. — 3) Man wartet zu lange nach gemachtem Versuche; in diesem Falle ist, wenn die Blutcirculation von aussen her, nach van Deen, in den unteren Theilen auf-

*) Ein höchst interessantes Factum kann man bei solchen misslungenen Theilungen oft genug beobachten. Ist z. B. die linke Hälfte des getheilten Rückenmarks etwas jenseits der Mittellinie durchgeschnitten, d. h. enthält sie mehr Rückenmarkssubstanz als die andre Hälfte, so wird das Hinterbein linker Seite so bedeutend an den Leib und nach dem Kopfe zu gezogen, dass es über das Vorderbein hinaus nach vorwärts gestreckt wird; und, ging diese ungleiche Theilung bis zum kleinen Gehirn, also durch das ganze Rückenmark, so wird der Körper des Frosches nach links in einen Halbcirkel zusammengezogen, und giebt auf solche Weise ein instructives Bild des Pleurosthotonos, oder einer allgemeinen Scoliosis.

gehoben war, die Kraft der Rückenmarkshälfte oft schon nach einer halben Stunde erloschen.

Hat man aber die Blutcirculation nicht aufgehoben, so wird man in sehr vielen Fällen die deutlichsten Reflexbewegungen 5 — 10 Minuten nach der Operation, und viel später hervorrufen können. Freilich sind sie nicht so stark, als nach einfacher Längstheilung*) vor der Vergiftung; aber sie sind unzweideutig. — Nach der Vergiftung dagegen tritt es zur vollen Evidenz hervor, dass eine auch ganz getrennte Rückenmarkshälfte eben so heftigen Tetanus in der entsprechenden Hinterpfote hervorzurufen im Stande ist, als wäre sie noch mit dem übrigen Rückenmarke in Verbindung. — Denn die Vergiftung ersetzt gleichsam die Antriebe zur Action, welche die Rückenmarkshälfte durch den Versuch einbüssen musste. Hierhin gehört: a) der Antrieb durch den Willenseinfluss, welcher durch den queeren Durchschnitt und die Trennung vom oberen Theile des Rückenmarks, ausgeschlossen wurde; b) die Erregung von der anderen Seitenhälfte aus, welche in Folge des Längsschnitts nach dem Laufe der Mittellinie verloren ging; c) die Erregung durch die organische Regeneration, nämlich die Blutcirculation, welche auf doppelte Weise gehindert wurde, von der andern Seitenhälfte und von dem oberen Rückenmarkstheile her, in Folge des Durchschnitts der sämmtlichen Capillargefässe dieser Regionen; nur wenige Gefässe

---

*) In seinem Experimente X. der ersten Abhandlung, Traités etc. p. 19 erzählt uns aber VAN DEEN selbst: „j'ai coupé en longueur, dans la linea intermedia, la partie de la medulla spinalis qui avait été privée de ses cordons de derrière, et neanmoins l'animal se mouvait après 10 à 25 minutes presque aussi bien, qu'avent cette opération, uniquement au moyen de ses funiculi anteriores fendus et séparés de ses cordons postérieurs.“ — Und wir erwarten nicht, dass VAN DEEN einem Rückenmarkstheil, der durch Willenseinfluss Reaction zeigt, das Vermögen absprechen wird, nach Ausschliessung des Willenseinflusses noch Reflexbewegungen hervorzubringen.

gehen durch die pia mater und dura mater, so weit solche unverletzt gelassen wurden und mit den Nervenwurzeln zu dieser Rückenmarkshälfte, und unterhalten in ihr noch eine vita minima, bis diese durch das Gift zur grösten Heftigkeit angefacht wird. Hat nach den alsdann wiederholten tetanischen Zuckungen endlich die Heftigkeit ihrer Kraftäusserung aufgehört, so entstehen nach Reizungen dieser Hinterpfote nicht mehr tetanische Zuckungen, sondern einfache Reflexbewegungen derselben, zum Beweis, wie zu solchen also eine Hinterpfote fähig sei, deren Rückenmarkshälfte gänzlich von ihren Verbindungen mit dem übrigen Rückenmarke getrennt ist.

Ueberdies erhellt aus den früheren Mittheilungen, dass wir nach diesem Experimente den Tetanus der andern Hinterpfote verhindern können, wenn wir den Frosch so legen, dass der Zutritt des vergifteten Blutes zu der, mit dem oberen Rückenmarke noch zusammenhängenden, unteren Rückenmarkshälfte erschwert, vermindert oder verhindert wird. — Dies geschieht theils durch die vielfach erwähnte schräge Lagerung auf dem Rücken, bei Schwächung der Circulation durch bewirkten Blutverlust, und durch Abschneiden des Willenseinflusses auf den unteren Rückenmarkstheil. — Doch, es wäre jedes weitere Wort über diesen Versuch zu viel gesagt.

XVIII. „Wenn man die Operation wie im Versuche XIII. gemacht und ausserdem noch die sämmtlichen hinteren Nervenwurzeln von den Hinterpfoten durchgeschnitten hat, so entstehen dieselben Erscheinungen wie im Versuche XIII., aber nur in Folge von Reizung der vorderen Theile, während die Hinterpfoten nicht für Reizung empfänglich, wiewohl der Bewegung fähig sind.“

Dies Experiment ist nach Vorschrift und ohne Blutverlust ausgeführt, vollkommen richtig, und beweist die sensitive Function der hinteren Nervenwurzeln. Modification durch Lage und Blutverlust bringt, wie aus dem Früheren abzunehmen ist, Modification der Erscheinungen, doch nicht wesentliche, hervor.

XIX. „Schneidet man, nach dem letzbeschriebenen Versuche noch einen Vorderstrang durch, so kann Tetanus der einen Hinterpfote, deren einer Strang noch mit dem oberen Theil des Rückenmarks in Verbindung ist, nicht anders hervorgerufen werden, als durch Reizung des vorderen Körpertheils. — Nur durch Berührung des Rückenmarks selbst unterhalb des Queerschnitts kann die uneigentliche Reflexbewegung (mouvement de refléxion impropre) Statt finden.“

Die Erscheinungen dieses Versuchs hat VAN DEEN nicht klar dargestellt. Er spricht nur von den Bewegungen der einen Hinterpfote, indess, wenn der Versuch gut gemacht ist, so entstehen die Bewegungen beider Hinterpfoten zu gleicher Zeit durch die Bewegungen der vorderen Theile. — War durch den Versuch aber der übrig gebliebene Vorderstrang zu sehr gedehnt, gezerrt, so, dass er in seiner Function sehr beeinträchtigt, also zur Fortleitung der Eindrücke des Willens, wie zur Weiterpflanzung der Erregung der an ihn gränzenden vorderen Rückenmarkstheile, unfähig ist, so entsteht Tetanus der vorderen Theile, aber die hinteren zeigen dabei nicht die mindeste Bewegung. — Berührt man aber das Rückenmark unterhalb des Queerschnitts mit der Nadelspitze, ohne es zu verletzen, so entsteht Tetsnus in beiden Hinterpfoten zu gleicher Zeit, gleichviel ob man den rechten oder den linken Hinterstrang berührte. — Diese Erscheinungen treten ein, wenn man genau nach VAN DEEN's Vorschrift verfährt, ohne Blutverlust zu erzeugen, und wenn man nach der Vergiftung den Frosch auf die Bauchseite legt.

Dagegen tritt weder in der einen, noch in der andern Hinterpfote Tetanus ein, wenn der Frosch schräg auf den Rücken gelegt, und vor der Vergiftung ein Blutverlust veranlasst, also der Zutritt des vergifteten Blutes zu den Rückenmarkstheilen unterhalb des Queerschnitts wirklich verhindert wird.

XX. „Verfährt man wie bei dem Versuche XVIII., und trennt alsdann die beiden Seitenhälften des unteren Rückenmarkstheils bis zum Queerschnitt, oder etwas darüber hinaus, so treten nichts desto weniger dieselben Erscheinungen ein, wie in dem genannten Versuche.“

Wir können das Gesagte vollkommen bestätigen, wenn kein Blutverlust bewirkt, und demgemäss auch die von van Deen fälschlich vorausgesetzte Hemmung der Circulation in den getrennten Rückenmarkshälften nicht bewerkstelligt wurde. Bewirken wir aber wirkliche Hemmung des Blutzutritts, wie van Deen es doch eigentlich verlangt, durch Schwächung der Circulation mittelst Blutverlustes, heben wir den Einfluss des Willens oder die Erregung vom Gehirne aus durch Einschnitt in die medulla oblongata auf, und legen den Hintertheil des Frosches höher als den vordern Theil desselben etc., so erzeugen wir vorn Tetanus, während die hinteren Thsile höchstens eine unbedeutende Reflexbewegung beobachten lassen. — Die Erklärung geht aus der ähnlichen früheren sattsam hervor.

XXI. „Wird ein Frosch wie im Versuche XIII. operirt, und überdies aller vorderen Wurzeln für die Nerven der Hinterpfoten beraubt, so entstehen dieselben Phänomene wie im Versuche IX.“

Auch dieser Versuch hätte von van Deen durchaus weggelassen werden sollen. Denn nach blossem Durchschnitt der genannten Nervenwurzeln entstehen dieselben Phänomene; wozu bedurfte es noch des Schnitts durch die Hinterstränge, wie bei XIII.? Es beweist dieser Versuch, was schon durch VI. bewiesen ward, dass nur mittelst der vorderen Nervenwurzeln Bewegung der Muskeln vom (Gehirn und) Rückenmark aus veranlasst werden kann.

XXII. „Entfernt man einem Frosche gänzlich die beiden Hinterstränge der unteren Rückenmarkshälfte (aber ohne zu viel substantia gelatinosa wegzunehmen), statt jene, wie in den vorhergehenden Versuchen, einfach queer zu durch-

schneiden, so sind alle Erscheinungen denen vom Versuche XVIII. ähnlich (semblables)."

Geben wir dem Leser wiederum erst eine Uebersicht der Erscheinungen, welche bei so behandelten Thieren vor der Vergiftung eintreten, indem aus ihnen, und nicht aus den Zufällen nach der Vergiftung, ein Schluss auf die Function der vorderen Rückenmarksstränge gezogen werden kann und darf.

Zuvörderst sprechen wir über das Technische der Operation. Es ist nicht so leicht als man glauben sollte, die hinteren Stränge wegzunehmen, ohne die vorderen zu verletzen; v. Deen giebt durchaus nichts über sein Verfahren an; daher theilen wir dem Leser das unsrige mit. Nachdem wir mit einer geraden Augenscheere einen Queerschnitt durch die hinteren Stränge des Rückenmarks zwischen dem 3ten und 4ten Wirbel gemacht haben, schneiden wir mit einer Daviel'schen feinen Augenscheere die beiden Hinterstränge, nebst den Insertionen der hinteren Wurzeln weg, indem wir je abwechselnd erst in den Hinterstrang der einen, dann in den der andern Seite, mit möglichst horizontal gehaltener Scheere, die also in paralleler Richtung mit der Wirbelsäule möglichst bleiben muss, vorsichtig und in kurzen Zügen einschneiden. Durch die in die Höhe gerichteten Spitzen der Scheere vermeiden wir so die Verletzung der Vorderstränge, und bei einiger Sorgfalt gelingt die Operation ganz gut.

Hiernach sehen wir dann die meisten Frösche noch deutliche Bewegungen mit beiden Hinterpfoten machen, wenn sie, von selbst, oder nach einem Reize auf den vorderen Körpertheil, vorwärts zu kriechen suchen. — Diese Bewegungen aber sind sehr schwach, und an ein Hüpfen ist gar nicht zu denken. — Manche Frösche ziehen die Hinterpfoten an den Leib, doch den meisten gelingt auch dies nicht, und man sieht nur die Contractionen der Muskeln, ohne dass letztere zur Ausführung zweckmässiger Bewegungen im Stande sind.

Dass von Gefühl und von Reflexbewegung in Folge von Reizen auf die Hinterpfoten hier keine Rede sein kann (da die hinteren Nervenwurzeln entfernt sind) bedarf kaum der Erwähnung.

Die Verletzung des Rückenmarks, die wir durch diesen Versuch bewirken, ist zwar nur auf die hintere graue und weisse Substanz gerichtet, indessen wird Jeder leicht einsehen, dass schon der blose mechanische Act der Trennung der hinteren grauen Substanz von der vorderen, — letztere bedeutend beeinträchtigen, und in ihren Functionen schwächen muss. — Dieser nachtheilige Umstand wird daher immer geringer hervortreten, je weniger man von der hinteren grauen Substanz wegschneidet. — Denn dadurch schont man die vordere graue Substanz, und erhält also ihre Function in gleichem Maasse unversehrt. — Dagegen tritt er um so stärker hervor, je mehr von der hinteren und vorderen grauen Substanz weggenommen wird, dergestalt, dass ein Frosch, dem man nur noch die vordere weisse Marksubstanz (Vorderstränge) ohne, oder mit nur sehr weniger vorderer grauer Substanz übrig lässt, zu jeder Bewegung seiner Hinterpfoten durchaus unfähig ist.

Aus diesen Mittheilungen also müssen wir den Schluss ziehen: die Vorderstränge, in Verbindung mit der vorderen grauen Subtanz, sind fähig den Einfluss des Willens auf die vorderen Wurzeln zu übertragen; — aber von den Vordersträngen ist es nur die vordere graue Substanz allein, welche die Erregung direct vom Gehirn empfangen oder zur Ausführung bringen kann.

Geben wir nun einem so operirten Frosche, ohne ihn weiter zu verletzen, und seinen Blutlauf zu stören, einen Tropfen Strychnin in den Mund, so entstehen a) tetanische Zuckungen in Vorder- wie in den Hinterpfoten, wenn nur die hinteren Stränge entfernt wurden, ohne dass viel von der hinteren grauen Substanz mit weggenommen wurde. — b) Es entsteht Tetanus vorn, und nur leichte Zuckungen in beiden Hinterpfoten, ohne

dass eine wirkliche tetanische Streckung und Steifheit der letzteren sich hervorbildet, wenn hintere weisse und hintere graue Substanz (also die ganze hintere Rückenmarkshälfte) entfernt worden war. — c) Es entsteht Tetanus der vorderen Theile, aber nicht die mindeste Bewegung der Hinterpfoten, wenn ausser der hinteren weissen und grauen Substanz auch noch die vordere graue Substanz grösstentheils, oder ganz, entfernt wurde.

Stört man aber die Blutcirculation nur von aussen her, nach VAN DEEN, so entstehen bei der geringsten Verletzung (a) zwar Tetanus vorn, aber die Hinterpfoten zeigen nicht den gleichen Grad von Tetanus, sondern nur unzweideutige Zuckungen. — Stört man den Blutlauf noch etwas mehr, auch vom oberen Rückenmark selbst her, indem man einen Blutverlust bewirkt, und legt den unteren Theil des Rückenmarks höher als den Kopftheil, erhält das operirte Thier auch nach der Vergiftung in der Rückenlage, aus bekannten Gründen, so entsteht zwar nach längerer Zeit Tetanus der vorderen Theile; aber nicht die mindeste Bewegung zeigt sich in den Hinterpfoten. — Sonach wären wir im Stande, dieses Experiment genau zu beurtheilen, und können dem Leser selbst überlassen, sich die richtigen Schlüsse zu ziehen.

XXIII. „Man erhält dieselben Resultate, wenn ausser dem, was bei dem Experiment XXII. gesagt wurde, die beiden Vorderstränge bis zur Gegend des 3ten Wirbels in der Mitellinie der Länge nach getheilt werden.“

Wir müssen auch hier wieder bemerken, dass V. DEEN's Angaben nicht ganz genau mit unsern Beobachtungen übereinstimmen. Bei einem nicht vergifteten Frosche, der weiter keine Verletzung, als die am Rückenmark nach Vorschrift dieses Experiments erlitten hat, sieht man gewöhnlich nicht die mindeste Bewegung mehr in den Hinterpfoten; nur in dem Falle, dass man so wenig von der hinteren Marksubstanz weggeschnitten hat, dass noch alle hintere Nervenwurzeln an

ihren Insertionsstellen unversehrt sind, und dass also gar keine hintere graue Substanz weggenommen wurde, nur dann sieht man sehr schwache, willkürliche Bewegungen (oder vielmehr Muskelzuckungen durch Willenseinfluss), aber man sieht dann auch noch Reflexbewegungen, — was doch nicht in der Idee des Versuches liegt. — Vielmehr bringt die Theilung der beiden Vorderstränge und der vorderen grauen Substanz noch den geringen Rest von Reaction auf den Willenseinfluss, der nach Wegnahme der hinteren weissen und grauen Substanz noch vorhanden geblieben war, fast gänzlich zum Verschwinden. Die Störung der Organisation des Rückenmarks durch diese operativen Eingriffe scheint zu gross*).

Vergiftet man nun einen solchen Frosch, ohne dessen Blutcirculation zu stören, so sieht man alsbald den Tetanus der vorderen Theile entstehen, aber in den Hinterpfoten zeigt sich bei den ersten Anfällen gewöhnlich gar keine, oder nur eine höchst unbedeutende Bewegung; bei den folgenden Anfällen treten die schwachen Zuckungen ein wenig deutlicher hervor, und beweisen auf solche Weise den geringen Rest der motorischen Kraft der vorderen Stränge (wohlverstanden, nachdem hintere graue und weisse Substanz weggeschnitten worden ist).

Stört man aber nach van Deen die Blutcirculation von aussen, — hebt man dieselbe, wie van Deen es fordert, auch von innen her, in den unteren Hälften des Rückenmarks, auf — nach der vielfach von uns besprochenen Art, so entsteht zwar Tetanus vorn, aber nur höchst unbedeutend, und meistens gar keine Bewegung der Hinterpfoten. — Jedes Wort zur Erörterung würde überflüssig sein, da aus dem früher Mitgetheilten die Erläuterung hinreichend hervorgeht.

---

*) Aus diesem Grunde würden wir daher auch diese Versuche nicht zu den geeignetsten zählen, wenn man die motorische Action der vorderen Stränge beweisen sollte. — Sie unterscheiden sich wesentlich von den einfachen Queerschnitten durch die Dicke der verschiedenen Substanzen des Rückenmarks.

Dagegen kann man in diesem, wie in dem folgenden Versuche ein schlagendes Beispiel finden, welche ausserordentliche Rolle die örtliche Wirkung des Giftes bei diesen Versuchen spielt, und wie die ganze Idee VAN DEEN's, welche sich auf die Fortleitung der an einem Rückenmarkstheil erzeugten Veränderung zur Erzeugung des Tetanus auf andre Theile des Rückenmarks, die angeblich nicht eben so vom Gifte verändert sind, aber dennoch in dieselbe Action vom ersteren aus versetzt werden sollen, — bezieht, eine durchaus ungegründete ist. — Denn die Frösche, welche anfangs keinen Tetanus der Hinterpfoten zeigen, lassen uns den höchsten Grad desselben beobachten, wenn wir sie (deren Blutcirculation unversehrt ist) mehrere Stunden (6—8) nach dem Versuche und der Vergiftung aufbewahren. — Binnen dieser Zeit wird durch die noch unzerstörten Gefässverbindungen eine hinreichende Menge Giftes in die unteren Theile des Rückenmarks geführt; letztere erholen sich auch einigermassen von dem erschütternden Eindrucke der Operation, und zeigen alsdann den göstmöglichsten Grad ihrer motorischen Action, — und den heftigsten Tetanus beider Hinterpfoten*), — gleichviel ob die getheilten Vorderstränge mit dem oberen Rückenmarke zusammenhängen, oder nicht, wie das im folgenden Versuche bei einem Hinterstrang der Fall ist.

XXIV. „Hat man noch einen der beiden, durch das Experiment XXIII. getheilten Vorderstränge queer durchschnit-

---

*) Wir rathen daher denen, die VAN DEEN's Versuche wiederholen, bei diesem und dem folgenden Versuche die Frösche 10—12 Stunden nach der Vergiftung unberührt liegen zu lassen, ohne jedoch vorher die Circulation gestört zu haben. — Es wird alsdann selten der allgemeine Tetanus fehlen, sobald man den vorderen Theil des Frosches, oder einen der unteren Rückenmarkstheile, oder, falls die hintere graue Substanz mit den Insertionen aller oder einiger hinteren Wurzeln vorhanden war, eine oder die andre Hinterpfote berührt.

ten, so kann dennoch der Krampf in der einen Hinterpfote auftreten, einzig nur vermittelst des einen Vorderstranges der medulla spinalis, welcher unzertrennt geblieben ist."

Bei diesem Versuche sind, wie bei dem vorigen, drei Fälle zu berücksichtigen: a) Man stört den Blutlauf gar nicht: alsdann entsteht Tetanus in sämmtlichen Extremitäten, zuerst in beiden Vorderpfoten, ein wenig später, selten zugleich, in der einen Hinterpfote; nach 6—8—10 Stunden in der andern Hinterpfote, deren Vorderstrang gänzlich getrennt ist. In dieser Hinterpfote dauert der Tetanus länger als in den übrigen, da letztere von den vorhergegangenen Anfällen zu sehr erschöpft sind; wir sehen den Tetanus noch 24 Stunden nach der Operation und Vergiftung (durch s e h r w e n i g Strychnin)bestehen. b) Man stört nur den äussern Blutzutritt nach VAN DEEN; alsdann kommt es darauf an, ob man während der Operation einen Bluterguss meidete, oder nicht; im ersten Falle tritt Tetanus vorn und in der einen Hinterpfote ein; die andre Hinterpfote könnte begreiflicher Weise erst sehr spät eine Wirkung des Giftes zeigen, wenn noch eine geringe Blutcirculation in ihr durch unzertrennte Gefässe der dura und pia mater unterhalten würde. Jedoch, wenn wir diese auch nicht gänzlich läugnen, so ist sie jedenfalls so gering, dass das Leben des Rückenmarks, die Erhaltung seiner organischen Thätigkeit, bis zur hinreichenden Imbibition mit dem Gifte, nicht so lange besteht, und nach $^1/_2$—1 Stunde erloschen ist. — War aber während der Operation ein Blutverlust bewirkt worden, so entsteht oft nur vorn Tetanus, und weder in der einen noch in der andern Hinterpfote. — c) Hindert man aber den Blutzutritt zu den unteren Theilen des Rückenmarks gänzlich, von innen wie von aussen, durch Blutverlust und Lagerung nach bekannter Art, so entsteht Tetanus vorn, aber nicht die mindeste Bewegung hinten. — Nur der Willenseinfluss könnte solchen bewirken, daher auch dieser, durch Queerdurchschnitt in's Rückenmark über dem 1sten Wirbel abzuschneiden wäre, um die

Resultate ganz rein von aller fremden Einwirkung*) zu erhalten.

Aus diesem Versuche geht also wiederum der Schluss auf die Vorderstränge hervor, dass diese, wenn sie in Verbindung mit der vorderen grauen Substanz geblieben sind, durch Imprägnation mit Strychnin zur Erzeugung des Tetanus vollkommen fähig sind, ohne Vermittlung der hinteren Stränge und der hinteren grauen Substanz. Dass dagegen von den Hintersträngen und der hinteren grauen Substanz das schneidenste Gegentheil behauptet werden muss**)

XXV. „Hat man einem Frosche in der Gegend des 3ten Wirbels den einen Hinter- und Vorderstrang einer Rückenmarkshälfte gänzlich durchgeschnitten (Fig. 15.) (und also auch die zwischen jenen beiden Strängen liegende graue Substanz) so verliert das Thier weder etwas vom Gefühl, noch, dem Anschein nach, von der willkürlichen Bewegung, und demzufolge verliert es weder etwas vom Reflexgefühl, noch von der Reflexbewegung, — Vergiftet man das

---

*) Dieser Queerdurchschnitt durchs Rückenmark hinter dem kleinen Gehirn und über dem ersten Wirbel hebt an und für sich das Leben nicht auf. Man kann solche Frösche, die übrigens unverletzt sind, Tage und Wochen lang beobachten. Die Respiration ist zwar bedeutend beeinträchtigt, denn das eigentliche Luftschlucken hört auf; wenn gleich die Nasenlöcher, namentlich bei Bewegungen des Körpers durch äusseren Reiz, noch unzweideutige Respirationsbewegungen machen.

**) Van Deen bemerkt, dass man bei diesem Versuche nicht zu viel substantia gelatinosa, d. i. hintere graue Substanz, wegnehmen dürfe, weil man dadurch die Vorderstränge der Kraft berauben würde, die Nerven zu Bewegungen zu veranlassen. — Wenn wir gänzlich damit einer Meinung sind, so darf man darin keinen Widerspruch gegen unsern obigen Schlussatz finden. Denn, trennte man die hintere graue Substanz gänzlich von der vorderen, so wird oft letztere dadurch zu sehr mechanisch verletzt, um ihre Function beizubehalten; und oft wird mehr von ihr weggenommen, als man beabsichtigt, da die genaue Trennung der hinteren von der vorderen grauen Substanz zu den operativen Unmöglichkeiten gehört.

so behandelte Thier wie in den Versuchen I. bis XIII. vorgeschrieben worden ist, so werden die Resultate so wie im Versuche XIV. sich herausstellen, mit der Ausnahme, dass die leiseste Berührung des Thiers, wo es auch sei, den Tetanus in beiden Vorderpfoten, und in der einen Hinterpfote hervorrufen wird."

Führen wir den Leser, den wir zur genauen Beurtheilung dieses äusserst wichtigen Versuches in den Stand setzen wollen, vorerst zur Beobachtung der Erscheinungen vor der Vergiftung, zur Betrachtung der Folgen, welche jene Verletzung bewirkt, so sehen wir Folgendes: Nachdem die so verletzten Thiere sich einige Minuten von dem erschütternden Eindruck der Operation erholt haben, fangen sie gewöhnlich an, eine kleine Strecke vorwärts zu kriechen; dann aber hüpfen sie weiter, dergestalt, dass man oft gar nicht zu unterscheiden im Stande sein würde, dass und auf welcher Seite die eine Rückenmarkshälfte gänzlich durchgeschnitten worden sei. — Natürlich hüpfen viele Frösche nicht ganz so kräftig wie unverletzte, in Folge der Eröffnung des Wirbelcanals und der damit nothwendig verbundenen Verletzung von Muskeln, Knochen etc. Andre Frösche dagegen hüpfen so energisch, als wären sie gänzlich unverletzt. — Dabei beobachtet man, wie alle so operirten Thiere bei dem Forthüpfen sich gleich stark auf beide Hinterbeine stützen, wie sie beide Hinterbeine gleich stark und gleich rasch in demselben Momente an den Leib anziehen, wenn sie bei'm Forthüpfen ausgestreckt waren. — Sitzt dagegen der Frosch ruhig, so kann man das Hinterbein der Seite, auf welcher die Rückenmarkshälfte durchgeschnitten war, leichter gerade ziehen, nach hinten gerade ausstrecken, vom Körper abziehen, als das andre, dessen Muskeln mehr Widerstand leisten (es muss dieses Abziehen des Hinterbeins vom Körper sehr leise und behutsam, ohne eine schmerzhafte Empfindung zu bewirken, geschehen, sonst erregt man das Thier zum Forthüpfen, und verliert die Gelegenheit zu dieser Beobachtung).

Betupft man das Hinterbein der Seite, auf welcher das Rückenmark durchgeschnitten ist, mit Essig- oder einer andern Säure, oder kneipt man dasselbe etc., so entstehen die heftigsten Bewegungen aller Extremitäten, das Thier springt und kriecht mit der grösten Heftigkeit fort, und sucht mit dem andern Hinterbein den Reiz zu entfernen; kurz, es ist nicht zu verkennen, dass die heftigste Schmerzempfindung in diesem Beine fortbesteht*).

Wir sehen also hier die höchst interessante Erscheinung, dass ein Queerschnitt durch eine Rückenmarkshälfte weder Empfindung noch Bewegung des Hinterbeins derselben Seite (oder aller unter dem Schnitt gelegenen Theile) stört, — und dass

---

*) Dies wird noch mehr bewiesen, wenn man, wie VAN DEEN ebenfalls gethan hat (p. 65), an der Seite, wo die Rückenmarkshälfte durchgeschnitten wurde, noch alle vorderen Wurzeln für die Hinterpfote durchschneidet; reizt man nach einigen Minuten die Hinterpfote der operirten Seite, so entstehen alsbald alle Zeichen des Schmerzes, indem sowohl der Kopf und die Vorderpfoten als auch die Hinterpfote der andern Seite bewegt wird, theils zur Flucht, theils zur Abwehrung des Reizes. Wenn aber VAN DEEN behauptet, dass nach der Reizung der gelähmten Hinterpfote die Bewegungen der Vorderpfoten zuerst entstanden, und erst nachher die der andern Hinterpfote, so theilt derselbe eine durchaus unrichtige Thatsache mit. Denn in den meisten Fällen entstehen die Bewegungen aller genannten Theile zu gleicher Zeit, in einem und demselben Momente. Sehr selten scheint die Bewegung im vorderen Körpertheil früher zu entstehen, ohne dass man mit Bestimmtheit es behaupten kann; was aber evident gegen VAN DEEN's Behauptung spricht, ist, dass nach leichten Reizungen der einen Pfote Bewegungen in der andern Hinterpfote entstehen, ohne dass die Vorderpfoten im mindesten sich regen. — Dies Phänomen zeigt sich auch noch, bevor die vorderen Wurzeln durchgeschnitten sind. — Sonderbar aber muss schon a priori VAN DEEN's Behauptung erscheinen, da doch jedenfalls erst der Eindruck in Folge der Reizung von der einen unteren Rückenmarkshälfte auf die andre untere Seitenhälfte des Rückenmarks übergehen muss, letztere also erregen muss, bevor er auf die oberen Theile des Rückenmarks und in das Gehirn übergehen und diese Theile erregen kann.

die gewöhnliche Fortbewegung dadurch ebenfalls nicht gestört wird, — Wie ist das zu erklären?

Sprechen wir zuerst von der Bewegung. — van Deen behauptet, dass nur in der einen Hinterpfote willkürliche Bewegung möglich sei, wodurch in der andern (deren Rückenmarkshälfte durchgeschnitten ist) Reflexbewegung erzeugt werde. — Diese Ansicht aber erklärt, nach unsrem Erachten, nicht den geordneten Gang des Frosches; denn bei'm Gehen unter diesen Umständen werden die Hinterpfoten zu gleicher Zeit angezogen, und zu gleicher Zeit ausgestreckt. Dies ist ein höchst wichtiges Moment. — Wäre die Bewegung von einer Hinterpfote nur Reflexbewegung, erzeugt durch die willkürliche Bewegung der andern, so würde nicht allein deren Bewegung später erfolgen müssen als die der andern, willkürlich bewegten, Hinterpfote, sondern die Bewegung jener würde weder ein so energisches Anziehen, noch ein so energisches Ausstrecken, oder noch viel weniger ein ganz zweckmässiges Aufstützen dieser Hinterpfote sein. — Es liesse sich bei dieser Annahme van Deen's wohl denken, dass, wenn die eine Hinterpfote willkürlich bewegt würde, die andre zu einer Reflexbewegung in Folge der Bewegung jener angeregt werden könnte. Diese Reflexbewegung würde aber nur im einfachen Anziehen*) des andern Hinterbeins an den Leib bestehen, und diese Anziehung könnte möglicher Weise bei jedem Schritt etwas stärker erneuert werden, weil man jeden Schritt der andern als einen neuen Reiz dazu betrachten könnte. Aber das synchronische und gleich energische Anziehen und Ausstrecken dieser Hinterpfote zugleich mit der andern, das gleich starke Aufstützen derselben zum Vorwärtsschieben

---

*) Frösche mit durchgeschnittenem Rückenmarke (über den Wurzeln für die Hinterpfoten) machen bekanntlich auch Streckbewegung der Hinterpfoten, aber nur bei einem Reize, der anhaltend oder stark wirkt, und örtlich ist; eine allgemeine Erregung bewirkt nur Anziehen derselben an den Leib.

des Körpers zugleich mit der andern, das deutet auf einen tieferen Ursprung ihrer Bewegung, als den, vom äussern Reize der Bewegung der andern Hinterpfote her.

Man könnte uns hier einwerfen, dass die Reflexbewegungen nach dem Köpfen ganz harmonisch und gleichmässig sein können, in Hinter- wie in Vorderpfoten, auch ohne Willen; indess man bedenkt dabei nicht, dass in vorliegendem Versuche von einer Trennung einer Rückenmarkshälfte zwischen den Nerven für die Vorder- und Hinterpfoten die Rede ist, während nach dem Köpfen alle Theile des Rückenmarks zwischen dem Abgang der Nerven für Vorder- und Hinterbeine in ungestörter Verbindung, also auch in ungestörter Harmonie ihrer Bewegungen sind.

Schneidet man das Rückückenmark aber zwischen den Nervenursprüngen für Vorder- und Hinterpfoten durch, so hat damit alle Harmonie zwischen Bewegungen der Vorder- und Hinterpfoten ein Ende. — Ein solcher Frosch in Wasser gesetzt, schleift seinen Körper nur mit den Vorderpfoten vorwärts, und die Hinterpfoten zieht er nach, ohne dass diese die mindeste Bewegung dazu machen. Berührt oder reizt man aber letztere, so werden sie an den Leib heftig angezogen und bei stärkerem Reize auch ausgestreckt, bis zur bewirkten Abwehr des Reizes, oder zum Sprung, ohne dass die Vorderbeine die gehörigen entsprechenden Bewegungen zum Vorwärtsspringen machten. — Es fehlen also hier die combinirten Bewegungen sämmtlicher Extremitäten zum Vorwärtskriechen, während die Reflexbewegung der einzelnen fortbesteht.

In dem hier zu besprechenden Versuche muss daher ein andres Agens als der blose Reflex bei der Fortbewegung des Thiers Statt finden; und wir haben darüber folgende Ansicht:

Von dem Gehirne, und dem Centraltheile der Sinnesorgane aus geht, um Bewegungen der Willkür zu erzeugen, der Antrieb auf die sämmtlichen Theile des Rückenmarks über, und von diesen mittelst der vorderen Nervenwur-

zeln*) auf die Muskeln. — Für diese Wirkung besteht — so lassen uns die Beobachtungen schliessen — im Rückenmarke eine eigenthümliche anatomische Anordnung, der Art, dass an der Erregung der einen Rückenmarkshälfte die der andern Seite Theil nimmt, auf Erregung des obern Theils die des untern erfolgt, und nach Erregung des unteren Theils die des obern Statt findet.

Diese eigenthümliche Anordnung ist uns zwar noch unbekannt; und dürfte es vielleicht noch lange, — wir fürchten nicht, für immer — bleiben; — aber wir sehen sie in jedem Rückenmarksstückchen, das aus den beiden Seitenhälften des Rückenmarks innerhalb nur eines Wirbels besteht, sich offenbaren. Reiz auf die Nerven der einen Seite, bewirkt zugleich Mittheilung des Reizes nach der andern. — Und wie ein Reiz innerhalb einer Seitenhälfte sich von oben nach unten; wie von unten nach oben fortpflanzen kann, ist eben so bekannt. — In diesen Verhältnissen scheint uns das Geheimniss der Coordination der Bewegungen zu liegen.

Durch Verletzungen des Rückenmarks kann diese Anord-

---

*) Das Rückenmark ist ein Eines und Ganzes; und wenn wir auch die einzelnen Theile aufsuchen und finden, mittelst deren ausschliesslich oder vorzugsweise eine bestimmte Function bewirkt wird (also hintere graue Substanz für Empfindung, vordere graue für Bewegung, s. unten), so müssen wir doch annehmen, dass im Normalzustande zu jeder Function die sämmtlichen Theile des Rückenmarks mehr oder weniger mitwirken, ohne dass gerade jeder Theil desselben zur Erzeugung einer bestimmten Function gleich fähig sei. So wissen wir also hinreichend gewiss, dass die Bewegung der Muskeln nicht durch die hinteren Nervenwurzeln vermittelt oder bewirkt wird, sondern durch die vorderen; aber, dass die hinteren Nervenwurzeln bei der Bewegung mitwirken, das sieht man daran, dass nach ihrer Durchschneidung die Bewegungen ihre Vollkommenheit, ihre Präcision und Harmonie theilweise verloren haben. Wie das geschieht, haben wir bereits an anderm Orte (Roser und Wunderlich's Archiv f. d. physiol. Heilkunde I. Heft 1842) erörtert.

nung für die Coordination gestört werden; die ursprüngliche Harmonie hört dann auf; aber, je nach der Art der Verletzung, besteht ein grösserer oder kleinerer Theil der coordinirten Bewegungen noch fort. Also: wird das ganze Gehirn und Rückenmark der Länge nach durchgeschnitten, so bleiben nur mehr oder weniger geschwächte Bewegungen der einzelnen Theile übrig, die einseitig sind, wenn nicht irgend ein ungetrennter Theil des Rückenmarks oder Gehirns den Uebergang des Reizes von einer Seitenhälfte zur andern gestattet. Ist das Rückenmark queer durchgeschnitten, so besteht je über und je unter dem Durchschnitt die Coordination aller Bewegungen fort, die von solchen Muskeln vollzogen werden, welche in dem über oder unter der Trennung liegenden Theile des Rückenmarks noch ein gemeinschaftliches Nervencentrum haben. — Aber die Harmonie, die Coordination, der Bewegungen der Theile über und derer unter dem Durchschnitt des Rückenmarks — ist verloren. Also: ein geköpfter Frosch hüpft oder geht noch nach starkem Reiz eine kurze Strecke. Hier besteht die Harmonie des Rückenmarks zwischen dem Abgang der Nerven für die Vorder- und Hinterpfoten noch fort; sein Zusammenhang, also der anatomische Bau für Coordination der Action dieser Theile ist ungestört. — Ist aber das Rückenmark eines ungeköpften Frosches zwischen dem Abgang der Nerven für Vorder- und Hinterpfoten queer getrennt, so hört jedes Gehen und Hüpfen auf, wiewohl die Hinterpfoten durch Reflex alle Bewegungen machen können, wie sie zum Gehen und Hüpfen nothwendig sind, dennoch aber hüpft ein solcher Frosch nicht, weil der Reiz von dem Organe des Willens oder der Sinne aus zwar in die Nerven der Vorderpfoten wirkt, nicht aber zu denen der Hinterpfoten gelangen kann. — Der Reiz für letztere findet sein Centrum jetzt nur noch in dem unteren Stücke des getrennten Rückenmarks. Nur Berührung dieses Theils, oder mittelbare Reizung desselben, durch Kneipen etc. der Hinterpfoten kann jetzt die Bewegungen der Hin-

terpfoten erwecken, die vor der queeren Trennung des Rückenmarks vom Gehirn aus angeregt wurden.

Wenn aber nur eine Seitenhälfte des Rückenmarks durch einen queeren Schnitt getrennt ist, und die andre Seitenhälfte den Zusammenhang zwischen oberem und unterem Rückenmarkstheile unversehrt erhält, so kommen die vom Gehirn ausgehenden Eindrücke zur Bewegung von dem oberen Rückenmarkstheile mittelst der ungetrennten Seitenhälfte, in den unteren Rückenmarkstheil. Hier aber tritt die, durch den Queerschnitt an der einen Stelle unterbrochene, gegenseitige Einwirkung der beiden Seitenhälften des Rückenmarks wieder in Kraft. Die linke Rückenmarkshälfte wird also (wenn die rechte durchschnitten war), unterhalb des Queerschnitts alle die Eindrücke, welche sie vom Gehirne aus erhalten hat, auch auf die rechte Seitenhälfte fortpflanzen. — *Der Wille wird demnach also auf die rechte Rückenmarkshälfte unterhalb des halbseitigen Queerschnitts wirken, wenn auch etwas schwächer, als wäre er direct zugleich von der rechten oberen Rückenmarkshälfte aus ihr mitgetheilt.* Hierdurch aber wird es erklärlich, warum bei'm Gehen und Hüpfen beide Hinterpfoten auf gleiche Weise, in demselben Momente sich bewegen. — Demnach dürfen wir mit Recht behaupten: *Nicht Reflex, sondern Wille bewegt die rechte Hinterpfote, wenn das Rückenmark über dem Abgang der für sie bestimmten Nerven auf der rechten Seitenhälfte queer durchgeschnitten worden war.*

Die Action des Rückenmarks, wodurch Reflex bewirkt wird, unterscheidet sich *dem Wesen nach* durchaus nicht von der Action dieses Organs, durch welche die Willenseindrücke auf die Bewegungsnerven fortgepflanzt werden. — Wir haben das bereits an andern Orte (Roser und Wunderlich's Archiv l. c.) erörtert, und wir werden später noch Gelegenheit finden auf diesen Punkt, bei Erörterung des Wesens der

Willkür, des Ganges und der Bewegungen der Thiere überhaupt, wieder zurückzukommen. — Auch ist es eben so mit der centripetalen Leitung der Eindrücke. Das Wesen derselben, ihr Gang, die Affection der Theile des Rückenmarks, ist gleich in dem einen wie dem andern Falle, mag nun dadurch wirkliches Gefühl von Schmerz bewirkt werden (wenn das Gehirn noch vorhanden ist), oder mag nur Reflexgefühl und Reflexbewegung hervorgerufen werden (nach entferntem Gehirn).

Wenden wir uns nun zur Betrachtung der Empfindung in dem rechten Hinterbein unter solchen Umständen, so müssen wir sie in ähnlicher Weise erklären, wie die Bewegung. Ein Reiz, der das rechte Hinterbein trifft, geht durch die hinteren Nervenwurzeln zwar zuerst in die rechte Hälfte des Rückenmarks (von hinterer weisser und grauer Substanz aus auf die vorderen Substanzen); diese theilt aber in demselben Momente den Eindruck der linken Seitenhälfte des Rückenmarks mit, und von hier aus geht der Eindruck in das gesammte, über dem Queerschnitt in die eine Seitenhälfte befindliche, übrige Rückenmark beider Seitenhälften, zu gleicher Zeit, in demselben Momente. — Die uns unbekannte anatomische Verbindung der einzelnen Rückenmarkstheile, unter sich und mit dem Gehirn, verhindert uns noch zur Zeit an der klaren Einsicht, warum die Fortleitung der Eindrücke durch die ganze Länge des Rückenmarks wie durch einen electrischen Schlag geschicht*). — Nur aus dieser allgemeinen Erregung sämmt-

*) Zwar nicht ganz passend, aber doch einiger Maassen die Anschauung erleichternd ist der Vergleich mit dem bekannten physicalischen Experiment: dass von einer langen Reihe von Kugeln, die an Fäden so nebeneinander in einer geraden Linie aufgehängt sind, dass sie sich einander berühren, die letzte weit abgestossen wird, in dem Momente, wo die erste gegen die zweite ein wenig angestossen wird, dass aber alle zwischenliegende Kugeln unbewegt bleiben.

licher in Verbindung stehender Rückenmarkstheile also können wir es erklären, dass ein Eindruck aus einem unteren Theile einer Seitenhälfte des Rückenmarks, trotz queerer Trennung derselben, in die Abtheilung dieser Seitenhälfte oberhalb des Queerschnitts in dem Momente der Reizung selbst gelangt. — Es lässt sich hierbei zugleich behaupten, dass sehr leise Reize sogar in der einen Seitenhälfte unter dem Queerschnitt möglicher Weise beschränkt bleiben können, ohne zur Empfindung zu gelangen; dass ein wenig stärkere Reize zugleich auf die andre Seitenhälfte übergehen, und nur locale Reflexbewegungen beider Hinterpfoten erregen, vorausgesetzt, dass sie nicht eine schmerzhafte oder überhaupt unangenehme Empfindung erzeugen; — dass im ersteren Falle gar keine Empfindung von dem (allerdings ganz unbedeutenden, kaum wahrnehmbar sein dürfenden) Reize entsteht, indem die directe Leitung durch die Länge der einen Seitenhälfte bis zum Gehirn aufgehoben ist. — Dieser letztere Umstand mag es dann auch erklären, dass nach der Operation das eine Hinterbein leichter vom Körper abgezogen werden kann, als das andre, vorausgesetzt, dass man sehr vorsichtig verfährt, ohne dem Thiere eine unangenehme Empfindung zu machen; und aus demselben Grunde dürfen wir auch annehmen, dass in dieser Hinterpfote die Kraft und Spannung der Muskeln um ein Weniges geringer sei, als in der andern, — wiewohl es schwierig ist, durch überzeugende Beobachtung in allen Fällen das zu beweisen.

Vergiften wir nun einen so operirten Frosch mit Strychnin, so können folgende Fälle Statt finden:

a. Die Blutcirculation wird gar nicht gestört, indem die Bauchhöhle uneröffnet gelassen wird. — In diesem Falle tritt bald nach dem Eingeben eines Tropfens der Strychninsolution, allgemeiner Tetanus in Vorder- wie in Hinterpfoten ein, gerade so, als wäre der Frosch unverlezt und vergiftet. Auch lässt sich nicht der mindeste Unterschied in der tetanischen Steifheit beider Hinterpfoten bemerken.

b. Die Blutcirculation im unteren Theile des Rückenmarks wird von aussen her abgeschnitten (VAN DEEN's Verfahren): Legen wir hiernach den Frosch auf die Bauchseite, so entsteht alsbald allgemeiner Tetanus in den vorderen Theilen, wie in beiden Hinterpfoten, zu gleicher Zeit gewöhnlich. Wir können VAN DEEN's Behauptung nicht begreifen, dass nämlich nur in der einen Hinterpfote der Tetanus entstehe, und in der andern nicht. — Bei vielfachen Wiederholungen dieses Experiments sahen wir stets Tetanus in beiden Hinterpfoten*)

Sehr interessant bei diesem Versuche ist der Umstand, den wir wiederholt beobachtet haben, dass, nachdem die ersten heftigen Tetanus-Anfälle vorüber sind, die eine Hinterpfote auf der unverletzten Seite nach jedem Tetanus-Anfalle an den Leib angezogen wird, und während der Remission angezogen liegen bleibt**), dagegen die andre Hinterpfote auf der Seite des Queerschnitts in die Rückenmarkshälfte, nach jedem Tetanus-Anfalle nicht angezogen wird, sondern ausgestreckt, schlaff, liegen bleibt. — Wir mögen hieraus entnehmen, dass auf erstere Hinterpfote noch ein Quantum Erregung mehr wirkt, als auf die andre, d. h., die Erregung von dem Gehirne aus in directer Richtung durch die eine Seitenhälfte hindurch, ein Reiz, welcher der andern Hinterpfote fehlt.

Ausserdem beobachteten wir wiederholt, namentlich gleich Anfangs nach Entstehung des Tetanus, das interessante Fac-

*) Wir sind indess davon entfernt, VAN DEEN's historische Glaubwürdigkeit antasten, und behaupten zu wollen, dass er diesen Versuch nach der Vergiftung nicht beobachtet habe; indess wir dürfen von VAN DEEN die Erwartung hegen, dass er diesen Versuch wie den Versuch XIV. wiederhole und seinen Irrthum eingestehe.

**) Doch ist sie in der Remission eben so schlaff, als die andre Hinterpfote, und kann, mit Vorsicht, vom Körper abgezogen werden, eben so wie die andre gebogen werden kann, vorsichtig, ohne dass dadurch jedes Mal der Tetanus erneuert würde.

tum, dass durch Berührung der einen oder andern Hinterpfote zuerst in den Vorderpfoten Tetanus entstand, und einen Moment hiernach erst Tetanus beider Hinterpfoten. — Fast möchten wir glauben, dass dieser Umstand für VAN DEEN zu jener falschen Behauptung Anlass gewesen sei, dass nämlich, wenn durch Reiz der einen (gelähmten) Hinterpfote Schmerz entstehe, dieser sich durch Bewegung, zuerst der Vorderpfoten und des Kopfes, und hiernach erst der andern Hinterpfote äussere. — Indess, das wäre auch für den tetanischen Zustand ein durchaus falscher Schluss, der mit allen bekannten Gesetzen der Lebensfunction im Widerspruch stünde. — Vielmehr erklären wir jene Phänome einfacher und naturgemässer in folgender Art: Durch die Berührung einer Hinterpfote entstand eine, wenn auch noch so leise Erschütterung der vorderen Theile, daher Tetanus derselben, der um so eher zuerst hier und nicht in den Hinterpfoten entsteht, weil letztere durch die Entblössung etc. ihres Rückenmarkstheils und schwächere Blutcirculation mehr beeinträchtigt sind, als die vorderen Theile, deren Rückenmark unversehrt, mit mehr Blut imprägnirt ist, also leichter und rascher reagirt. — Erst durch diesen Tetanus der vorderen Theile entsteht dann auch der der hinteren, indem die Reizung zur Reaction sich durch das ganze Rückenmark verbreitet, oder schon durch die blose starke Erschütterung, welche die tetanisch werdenden vorderen Theile auf den unteren Theil des Rückenmarks ausüben. — Wahrscheinlich wirken stets beide Ursachen zugleich.

c. Die Blutcirculation im unteren Theile des Rückenmarkes wird gänzlich gehemmt, auf die früher von uns erörterte Weise; nämlich es wird ein Blutverlust bewirkt etc., und nach der Vergiftung der Hinterkörper des Frosches, somit also auch der untere Theil des Rückenmarks vertikal in die Höhe gelegt (mittelst eines oder mehrerer Schwämme, über welche man die Hinterpfoten überlegt), so dass der Kopf zu unterst, am tiefsten also, zu liegen kommt. — Alsdann

tritt Tetanus im Kopfe und beiden Vorderpfoten ein, und während desselben einige leise, schwache, unzweckmässige Bewegungen in beiden Hinterpfoten, aber nicht die Spur von Tetanus zeigt sich in den Hinterpfoten.

Berührt man die Vorderpfoten, so erneuert sich in ihnen der Tetanus, und in den Hinterpfoten die schwachen, nicht tetanischen, Bewegungen, welche jedoch manchmal auch ausbleiben; — berührt man die Hinterpfoten, so entsteht ebenfalls Tetanus der Vorderpfoten, und schwächere oder stärkere Reflexbewegung der Hinterpfoten.

Auf solche Weise giebt uns denn auch dieser Versuch wieder den Beweis von den falschen Principien, auf welche sich die VAN DEEN'schen Versuche stützen, und von der Mangelhaftigkeit seiner Beobachtungen.

XXVI. „Hat man einem Frosche, in der Gegend des 3ten Wirbels, den Vorderstrang einer Rückenmarkshälfte durchgeschnitten, und den Hinterstrang an der andern Hälfte, so werden die Erscheinungen denen im Versuche XXV. mitgetheilten durchaus ähnlich sein.“

Wir haben dieses Experiment, obgleich kein Grund für Aufstellung desselben einleuchtet, und dessen gute Ausführung keine Leichtigkeit ist, vier Male wiederholt, und gefunden, was wir bei XXV. fanden; nämlich: der Tetanus entsteht in beiden Hinterpfoten, wenn der Blutlauf ganz ungestört, oder nur von aussen gehindert ist (VAN DEEN) an den unteren Theil des Rückenmarks das Gift gelangen zu lassen. — Aber wird nach unsrer Methode der Blutlauf im unteren Rückenmarkstheile wirklich gehindert, wie VAN DEEN es verlangt, ohne es selbst ausgeführt zu haben, so entsteht Tetanus nur der vorderen Theile, und Bewegungen*) beider Hinterpfoten, die

*) Wir glauben, dass diese Bewegungen willkürliche, wenigstens zu einem grossen Theile, sind. — Denn, noch bevor das Gift in

aber nicht die mindeste Spur von Tetanus zeigen. — Also auch die Resultate dieses Experiments sind von van Deen unrichtig dargestellt worden.

XXVII. „Oeffnet man einem Frosche den Wirbelcanal vom 2ten bis zum 6ten Wirbel, schneidet man hiernach, unmittelbar unter dem Abgange der Nervenwurzeln für die Vorderpfote, eine Seitenhälfte durch, gesetzt es sei die linke Hälfte, bis zur Mittellinie, in der Gegend des 2ten Wirbels; schneidet man nachher die andre Seitenhälfte, hier also die rechte, des Rückenmarks eben so bis zur Mittellinie, aber in der Gegend des 5ten Wirbels, durch (s. Fig. 20.), — so wird man sehen, dass das Thier eine jede willkürliche Bewegung in den Hinterpfoten verloren hat, dass aber dessen ungeachtet die willkürliche Bewegung des vorderen Körpertheils Reflexbewegung in den Hinterpfoten bewirkt (diese letztere Bewegung zeigt sich früher in der linken Hinterpfote, und viel weniger in der rechten). — Noch mehr: das wirkliche Gefühl in diesen Hinterpfoten ist nicht gestört, denn wenn man sie stark reizt (und vorzugsweise die linke Hinterpfote), so zeigt das Thier eine deutliche Schmerzensäusserung. — Man vergleiche diesen Versuch noch mit dem XLVIIsten der zweiten Abtheilung dieser Abhandlung."

---

den vorderen Theilen zur Wirkung gelangt, sucht sich der Frosch sehr oft aus der unbequemen Lage zu befreien, und macht so mit allen Extremitäten die entsprechenden Bewegungen. — Tritt nun Tetanus der vorderen Theile ein, so sieht sich klar ein, dass dadurch dem Thiere die heftigsten Schmerzempfindungen erwachsen, dass also im Momente des Eintritts des Paroxysmus das Thier zu entfliehen strebt. Daher die Bewegungen, daher auch bei unverletzten Fröschen der Ausbruch des Tetanus im Momente eines Sprungs gewöhnlich erfolgt, während das Thier gleichsam seinen Schmerzen zu entfliehen sucht, durch die Schmerzen zur Bewegung angetrieben wird. Wir geben hierbei zu, dass die ersten Bewegungen bei einem jeden Anfall willkürlich sind, und dass die folgenden als reflectirte oder als Folgen der Erregung durch die Schmerzen, — centraler Reflex, betrachtet werden müssen.

„Auch ist die Reflexbewegung in ihrer Ausbreitung von den hinteren Theilen zu den vorderen wenig gestört, und eben so von den vorderen zu den hinteren. — Denn die Wirkung des Strychnin's geht unmittelbar von dem Hintertheil des Körpers zu den vorderen Theilen über, und von den letzteren zu dem ersteren. — Das Folgende beweist das deutlich:"

„Stört man den Blutlauf zwischen vorderen und hinteren Theilen, auf die schon früher erwähnte Art, und bringt ein wenig Strychnin in den Mund, so sieht man eine Zeit lang nachher die Wirkung des Giftes sich in der einen Hinterpfote und in beiden Vorderpfoten offenbaren. — Haben die Krämpfe aufgehört, und man berührt, noch so leise, eine Vorderpfote, so entsteht Reflexbewegung in der einen Hinterpfote, während in der andern Tetanus entsteht, dagegen wird man Tetanus in beiden Hinterpfoten hervorrufen, wenn man (statt der Vorderpfote) die Hinterpfoten berührt. — Man kann sogar dasselbe Verhältniss zur Reflexbewegung in diesen Theilen des Thieres verfolgen, wenn es nicht vergiftet, sondern nur geköpft wurde."

Wir haben zu diesem Experimente, das zu sehr wichtigen Betrachtungen Anlass giebt, viele Bemerkungen zu machen, — indem unsre Erfahrungen darüber mit denen van Deen's durchaus nicht übereinstimmen, ja das Gegentheil seiner Behauptungen auf das Evidenteste beweisen. — Denn:

1. Bestehen nach diesem Versuche die willkürlichen Bewegungen b e i d e r Hinterpfoten fort. — Führen wir den Leser zur Betrachtung eines Versuches: Anfangs bleibt ein so operirtes Thier bewegungslos liegen, bald aber fängt es wieder an respiriren, und bewegt sich ganz von selbst einige Schritte vorwärts, Anfangs mit beiden Vorderpfoten und der linken Hinterpfote. Bald aber bewegt es, doch weniger energisch*),

*) Wir sind geneigt, diese weniger energische Bewegung von der Verletzung der obersten Nervenwurzeln für die Hinterpfote der rechten Seite abzuleiten.

auch die rechte Hinterpfote, die Bewegungen werden immer lebhafter, je mehr der Frosch von dem Eindrucke der Operation sich erholt; das Thier fängt endlich zu hüpfen an, wobei beide Hinterpfoten ausgestreckt und an den Leib wieder angezogen werden (wenn die Operation gut, und ohne Nebenverletzung gemacht war). — Jedoch wird meistens die rechte Hinterpfote immer weniger energisch angezogen, und weniger energisch ausgestreckt, dagegen die linke so kräftig den Körper vorwärts stösst, wie es nur immer ein unverletzter Frosch thun kann. Reizt man den Frosch leise an einer oder der andern Hinterpfote, so entstehen gewöhnlich Reflexbewegungen beider Hinterpfoten, doch stärker in der linken als in der rechten. Reizt man stärker, so entstehen zugleich Bewegungen der Vorderpfoten, und mittelst der linken Hinterpfote thut der Frosch einen Sprung, an dem die rechte weniger Theil nimmt. Wir haben dagegen auf der andern Seite wiederholt das merkwürdige Factum beobachtet, dass ein Frosch (dem z. B. der oberste Queerschnitt in die rechte Seitenhälfte, der unterste aber in die linke des Rückenmarks gemacht wurde) bei einem Reiz auf die rechte Seite seines Kopfes oder auf die rechte Vorderpfote, sich zuerst mit dem linken Hinterbein heftig vorwärts und seitwärts stiess, um vor dem Reiz zu entfliehen, und dass erst hiernach die übrigen Pfoten an der Bewegung Theil nahmen.

Diese Bewegungen können also unmöglich für etwas Andres als für willkürliche Bewegungen gehalten werden; niemals ist ein Frosch im Stande solche kräftige und geordnete Bewegungen beider Hinterbeine, und solche oft bedeutende Ortsbewegungen zu machen, wenn nicht die Willkür den Antrieb dazu giebt; aber der Hauptbeweis, dass diese Bewegungen willkürliche sind, liegt darin, dass die Bewegungen sowohl mit der einen, wie mit der andern Hinterpfote ohne örtliche Reizung derselben, vollzogen werden, je nachdem der Frosch nach einer oder der andern Seite vor einem Reize zu entflie-

hen strebt, wie wir das oben angegeben haben. — Hier ist also von Reflexbewegung nicht die Rede, und trotz der beiden Queerdurchschnitte wirkt der Wille dennoch sogar auf das Rückenmark unterhalb des zweiten Queerschnitts, auf eine Weise die wir im Versuche XXV. hinreichend erläutert zu haben glauben. Die schwächere Anregung vom Willen aus (bei den allgemeinen Fortbewegungen des ganzen Körpers) auf die eine Hinterpfote (tiefster Queerschnitt) erklärt sich daher, dass die Seitenhälfte, welche den allgemeinen Eindruck in die andre Seitenhälfte bis unter den zweiten, tieferen Queerschnitt bringt, den Eindruck schon etwas geschwächt bringen muss, da sie ihn selbst bereits geschwächt (durch den ersten Queerschnitt) erhielt. — Dagegen die Kraft des Willens die Bewegungen bedeutend verstärken kann, indem zu dem allgemeinen Eindruck sich noch ein andrer gesellt, der die Affection der bestimmten Stelle des Rückenmarks, aus welcher die Nerven für den zu bewegenden Theil entspringen, eigentlich bedingt. Wir sind in Bezug auf das Wesen dieses Eindrucks zwar noch ganz im Dunklen, und wissen nur, dass durch den Willen die einzelnen Rückenmarksstellen — ausser dem allgemeinen Reize auf das Rückenmark vom Willen aus — speciell und isolirt gleichsam, mindestens in dem Grade der Heftigkeit isolirt, afficirt werden. — Aber, wir dürfen aus dem Mitgetheilten schliessen, dass, so lange die oberen Theile des Rückenmarks mit den unteren, wenn auch nur mittelst halbseitiger Verbindung, noch in dem gehörigen Zusammenhange stehen, dergestalt, dass die anatomische Anordnung für die Uebertragung der Bewegungseindrücke von oben nach unten und von einer Seite zur andern nicht durch eine gänzliche queere Trennung des Rückenmarks aufgehoben ist, aber nicht durch eine queere Trennung, welche den Zusammenhang der grauen Substanz gänzlich aufgehoben hat, dass also — so lange noch die Möglichkeit der Mittheilung des Willensreizes von oben nach unten von einer Seitenhälfte

zur andern fortbesteht, auch die Richtung des Willens auf einen bestimmten Punkt, trotz mehrerer halbseitigen Theilungen des Rückenmarks, vollkommen statt finden kann, und als solche angenommen werden muss*).

So wie nun aber der Willenseinfluss noch auf beide Hinterpfoten sich äussern kann, so sehen wir auch in beiden die Empfindung ungestört fortbestehen, wie van Deen richtig ebenfalls bemerkt hat. — Ein nicht zu leiser Reiz auf eine oder die andre Hinterpfote erzeugt deutlich in den vorderen Theilen alle die bekannten Zeichen der Schmerzempfindung.

Die hier mitgetheilten Thatsachen zeigen deutlich, was aus diesem Versuche geschlossen werden muss; wir kommen nicht darauf zurück, da alles bei XXV von uns Mitgetheilte auch für diesen Versuch, der nur eine Modification davon ist, seine Anwendung findet. — Keineswegs aber sind es die nach der Vergiftung mit Strychnin eintretenden Zufälle, welche ein Urtheil begründen helfen, wie fälschlicher Weise auch hier wieder van Deen glaubt. — Die Angaben van Deen's über die Erscheinungen nach der Vergiftung sind nämlich gänzlich falsch, so falsch, wie die Principien, aus denen derselbe sie aufgestellt hat. — Weit entfernt davon, dass ausser dem Tetanus der Vordertheile zugleich Tetanus der einen Hinterpfote, aber nur Reflexbewegung der andern (und nicht Tetanus der-

*) Man könnte uns einwerfen, dass drei bis vier Queerschnitte, abwechselnd durch eine und die andre Seitenhälfte des Rückenmarks, namentlich wenn die Schnitte sehr nahe an einander gemacht werden, die Willkür auf die unter den Schnitten gelegenen Theile aufheben; indess müssen wir hierbei erinnern, dass dieses Factum kein Beweis gegen unsre Behauptung ist, denn durch jene Schnitte stören wir die Organisation des Rückenmarks sicherlich in weiteren Strecken als im Schnittbereiche, so, dass wir in solchen Fällen leicht einen ganzen Rückenmarkstheil zwischen je zwei Schnitten durch verschiedene Seitenhälften zur Leitung des Willenseinflusses, wie zu seiner Function überhaupt unfähig machen. In diesem Falle ist es dann eben so, als hätten wir das Rückenmark an dieser Stelle gänzlich queer durchgeschnitten.

selben) eintrete, finden vielmehr auch hier wiederum folgende Fälle Statt, wie wir durch vielfach wiederholte Beobachtungen gefunden haben:

a) Es findet keine Störung der Blutcirculation Statt: Macht man an dem Frosche, ausser der Operation am Rükkenmarke, keine anderweite Operation, und vergiftet ihn mit einem einzigen Tropfen Strychnin, so entsteht nach kürzerer oder längerer Zeit ein Tetanus in sämmtlichen Theilen, in beiden Hinter- und beiden Vorderpfoten, gerade so, als wäre der Frosch ganz unverletzt gewesen. — Die Steifheit der einen Hinterpfote ist dabei eben so heftig, als die der andern, und in Bezug hierauf ist nicht der mindeste Unterschied zwischen beiden Hinterpfoten. — Sehr interessant aber ist dabei die wiederholt von uns bestätigte Beobachtung, dass Berührung der einen Hinterpfote (der Seite, welche den Rückenmarksschnitt bei'm 2ten Wirbel zeigt) viel leichter den allgemeinen Tetanus herbeiführt, als die der andern (Schnitt bei'm 5ten Wirbel in's Rückenmark); wiewohl leise Berührung oft nur eine schwache Verstärkung der Muskelcontractionen an dem gereizten Bein ausschliesslich, oder zugleich in dem andern Hinterbein bewirkt. — Was aber eine noch interessantere und gegen eine von van Deen früher aufgestellte Behauptung zeugende Thatsache ist, das ist das Factum, dass leise Reizung der einen Hinterpfote, deren Rückenmarkshälfte bei'm 5ten Wirbel durchschnitten ist, anfangs nur Reflexbewegung in dieser macht, ohne die mindeste Bewegung der vorderen Theile zu erregen, dass aber eine etwas stärkere, allmählig vermehrte Reizung, wodurch der allgemeine Tetanus hervorgerufen wird, öfters zuerst den Tetanus der andern Hinterpfote, und alsdann erst den Tetanus der vorderen Theile erzeugt. — Deutlicher Beweis also, dass die Reizung von jener Hinterpfote nicht zuerst direct auf die vorderen Theile, und nachher erst von diesen auf die andre Hinterpfote übertragen wird. — Es ist eigentlich vollkommen überflüssig,

durch ein Factum direct jene Behauptung van Deen's zu widerlegen. Denn dieselbe ist an und für sich falsch, eine Unmöglichkeit; der Queerschnitt über der einen Seitenhälfte verhindert ja die directe Mittheilung zum Gehirn. Die Mittheilung kann also nur durch Mittheilung der Erregung an die andre Seitenhälfte geschehen; und dass in dieser die Erregung sich eben sowohl nach unten, wie nach dem Gehirne zu verbreitet, ist eine über jeden Zweifel erhobene Thatsache. — Daher, sogar im besten Falle für van Deen's Behauptung, Erregung der Nerven für die andre Hinterpfote und Erregung des Gehirns zu gleicher Zeit als von der einen Hinterpfote ausgehend angenommen werden müsste. Indess die Beobachtung zeigt das directe Gegentheil. Die andre Hinterpfote kann, ohne das Gehirn, von der zuerst gereizten aus zur Bewegungung erregt werden, — wenn gleich bei stärkerer Reizung auch der ersterwähnte Fall Statt findet.

Die Erklärung des oben erwähnten Umstandes, dass Berührung der einen Hinterpfote (Durchschnitt beim 2ten Wirbel) leichter den allgemeinen Tetanus erzeugt, als den der gleich stark gereizten andern Hinterpfote (Durchschnitt bei'm 5ten Wirbel) geht theilweise aus dem oben Mitgetheilten über die schwächere Bewegung der letztgenannten Hinterpfote hervor. — Die Leitung wird immer mehr geschwächt, je mehr queere Durchschnitte, je abwechselnd in die Seitenhälften, gemacht wurden. Denn die Durchschnitte sind verhältnissmässig zu grobe störende Eingriffe, welche Quetschung der die Schnittflächen begränzenden Theile hervorbringen. Wäre es möglich, einen von jeder Quetschung etc. reinen Durchschnitt zu machen, so würde die Störung viel geringer sein. So wie aber dadurch die Bewegung auf oben erörterte Weise gestört oder geschwächt wird, so wird es auch die centripetale Leitung, die Empfindung. — Es lässt sich daher auch annehmen, dass die Empfindung in der einen Hinterpfote (Durchschnitt am 2ten Wirbel) stärker sei, als in der andern (Durchschnitt am 5ten

Wirbel). — Doch ist der Unterschied nicht sehr bedeutend, und um so weniger, je schonender die Operation gemacht worden war.

b) Es findet Störung der Blutzufuhr von aussen Statt, VAN DEEN's Verfahren. — Hierbei ist wohl zu unterscheiden, ob man aus den zu trennenden Unterleibsgefässen einen Blutverlust vermied, oder nicht. — Im ersten Falle entsteht nach der Vergiftung allgemeiner Tetanus in beiden Hinterpfoten, wie in den Vorderpfoten. — Gewöhnlich sind die ersten tetanischen Anfälle der Vorderpfoten nur mit einer ganz schwachen nicht tetanischen Bewegung in beiden Hinterpfoten verbunden, seltener bricht der allgemeine Tetanus mit einem Schlage aus. Meistens verstärken sich nach den ersten tetanischen Anfällen der Vordertheile die Bewegungen der Hinterpfoten immer mehr, bis zur tetanischen Streckung, die gewöhnlich in beiden Hinterpfoten nicht so heftig ist, wie bei unverletzten Fröschen, die aber unverkennbar wirklich tetanisch ist.

War aber während der Störung der Gefässverbindungen vom Unterleib her ein Blutverlust entstanden, so entsteht nach längerer Zeit nach der Vergiftung Tetanus in den vorderen Theilen, und oft, nicht immer, gleichzeitig nur sehr schwache Bewegungen in beiden Hinterpfoten, die keineswegs tetanisch sind. — Hiernach sieht man diese Bewegungen beider Hinterpfoten während der folgenden Tetanus-Anfälle der vorderen Theile sich ein wenig verstärken, und alsdann beobachtet man, dass die Bewegungen der einen (Schnitt im Rückenmark bei'm 2ten Wirbel) stärker sind, als die der andern Hinterpfote (Schnitt bei'm 5ten Wirbel). — Selten entsteht (wenn der Blutverlust nur gering war) während des Tetanus vorn eine momentane tetanische Bewegung beider Hinterpfoten, wobei die eine stärker gestreckt wird als die andre. Dieser Umstand scheint, unsres Erachtens, die Ursache zu VAN DEEN's falscher Behauptung abgegeben zu haben. — Unmittelbar nachher

aber, nach dem einen Momente, sind beide Hinterpfoten wieder schlaff, nicht gespannt, höchstens sind die Zehen mehr als gewöhnlich noch einige Secunden lang schwach gespreizt, und dadurch die Schwimmhäute ein wenig gespannt, Hierbei ist es aber interessant zu beobachten, dass die Spreizung der Zehen und die Spannung der Schwimmhäute in beiden Hinterpfoten gleich lang dauert, in beiden in demselben Momente aufhört, wie sie denn auch in beiden gewöhnlich in demselben Momente entsteht. Wir sagen: gewöhnlich, denn das geschieht nicht jedes Mal. — So sehen wir, wenn der Blutverlust bei der Operation stärker war, nach der Vergiftung Tetanus der vorderen Theile entstehen, ohne die mindeste gleichzeitige Bewegung der Hinterpfoten bei den folgenden Anfällen*), obgleich diese, durch unmittelbare Reizung zu Reflexbewegung veranlasst werden konnten. — Erst einige Zeit nachher entstanden während des Tetanus vorn starke Reflexbewegung der einen Hinterpfote, während die andre (Durchschnitt am 5. Wirbel) unbewegt blieb. — Jene wurde, im Moment des Tetanus-Eintritts vorn, zuerst halb gestreckt, und sogleich nachher wieder stark an den Leib angezogen. — In den folgenden Anfällen zeigten sich dann auch die Bewegungen in der andern Hinterpfote, doch schwächer als in der ersten; in keiner dieser Hinterpfoten aber entsteht ein eigentlicher Tetanus, wenn der Blutverlust während der Operation einigermaassen beträchtlich war.

c) Es findet gänzliche oder fast gänzliche Hemmung der Blutzufuhr zu dem Theile des Rückenmarks unterhalb des ersten und zweiten Queerschnitts Statt. Wir bewirken dieses auf die

---

*) Der erste Tetanus-Anfall tritt dagegen, soweit unsre Beobachtungen uns lehrten, nie ohne gleichzeitige Bewegung in den Hinterpfoten ein, welche letztere aber nicht tetanisch ist, in diesen Fällen.

mehrfach erwähnte Weise, durch starken Blutverlust während der Operation, und durch die verticale Lagerung des Frosches mit dem Kopfe nach unten. — Nach der Vergiftung muss man oft lange auf den Eintritt der Erscheinungen warten. Endlich sieht man Tetanus in allen vorderen Theilen entstehen, aber nur eine sehr unbedeutende nicht tetanische Bewegung in einer oder beiden Hinterpfoten, momentan; dabei aber keine Steifheit, keine Streckung der Hinterpfoten; in den späteren Tetanus-Anfällen der vordern Theile entsteht nicht die mindeste Bewegung der Hinterpfoten, in vielen Fällen; in andern dauert diese leise, nicht tetanische, momentane Bewegung noch während der folgenden Tetanus-Anfälle fort. — Endlich erlischt sie. Berührung einer oder beider Hinterpfoten bewirkt Reflexbewegung in der berührten oder in beiden Hinterpfoten, und zugleich Tetanus vorn, wenn die Berührung nicht zu leise war. Aber niemals sehen wir bei diesem Verfahren eine einzige tetanische Streckung einer Hinterpfote, mochten die Tetanus-Anfälle in den Vorderpfoten etc. noch so stark sein.

Aus diesen Thatsachen geht hinreichend hervor, dass VAN DEEN's Behauptungen unzuverlässig sind, und dass man bei gleicher Verletzung des Rückenmarks die verschiedensten Symptome hervorrufen kann, wenn man scheinbar unwesentliche äussere Verhältnisse in verschiedenen Modificationen eintreten lässt. — Dass Alles von dem Zutritt, oder der verhinderten Einwirkung des Gifts auf das Rückenmark unterhalb der Queerschnitte abhängt, — sieht sich aus dem früher Mitgetheilten vollkommen klar ein.

XXVIII. „Durchschneidet man einem Frosche die beiden Seitenhälften des Rückenmarkes in einer geringen Entfernung von einander, z. B. auf einer Seite bei'm 3ten Wirbel, und auf der andern bei'm 4ten (Fig. 21.), so ist es unmöglich irgend ein Gefühl oder eine Bewegung, sei es wirk-

lich oder reflectirt, hervorzurufen, sei es nun in der Richtung von hinten nach vorn oder umgekehrt.“

Die Resultate unsrer Versuche geben, merkwürdiger Weise, ein durchaus entgegengesetztes Resultat. — Hätten wir nicht alle Ursache, VAN DEEN's historische Glaubwürdigkeit anzuerkennen, so könnten wir bezweifeln, dass er diesen Versuch jemals gemacht, oder wiederholt gut gelungene Versuche dieser Art beobachtet habe. — Wir sehen uns daher veranlasst, genau unser Verfahren zur Ausführung dieses Experiments anzugeben, um Andre zu Wiederholung desselben zu veranlassen, damit durch vielseitige Prüfung die Wahrheit unserer Behauptungen allgemein anerkannt werden möge.

Vor allen Dingen ist es nothwendig diesen Versuch an den grössten Fröschen, die man haben kann, zu wiederholen. Je kleiner das Rückenmark und der Wirbelcanal ist, desto schwieriger ist dieser Versuch, und desto grösser die Nebenverletzungen, die ausser dem Princip des Versuches liegen, desto trüber sind nachher die Resultate. — Nachdem also der Wirbelcanal vom 5ten bis zum 2ten Wirbel mit der Kneipzange gehörig eröffnet ist, so dass die ganze hintere Rückenmarksfläche hinreichend frei erscheint, lässt man den Frosch frei, um zu sehen, ob er noch vollständig hüpfen kann, wie vor der Operation. — Kann er das nicht mehr, so taugt er nicht zu diesem Versuche; denn wahrscheinlich hat man das Rückenmark schon bei Eröffnung des Wirbelcanals, gedrückt, oder verletzt. — Macht aber der Frosch noch alle seine Bewegungen gehörig, so sticht man ein feines Messerchen mit geradem Rücken und bauchiger Schneide in verticaler Richtung unter dem Ursprung der Nerven für die Vorderpfoten, also in der Gegend des 3ten Wirbels, so in die eine Rückenmarkshälfte ein, dass der Rücken der Messerspitze die Mittellinie des Rückenmarks berührt, und die Schneide nach dem Seitenrande derselben Seitenhälfte hinsieht, in queerer Richtung dergestalt also, dass die Klinge des Messerchens rechte

Winkel mit der Mittellinie des Rückenmarks bildet. Nun sticht man das Messerchen durch die ganze Dicke dieser Rükkenmarkshälfte senkrecht bis auf die Wirbelkörper ein; begreiflich trennt man auf solche Weise, mittelst der bauchigen Schneide des Messerchens, die eine Seitenhälfte des Rückenmarks, also Hinter- und Vorderstränge nebst sämmtlicher zwischenliegender grauer Masse. — Zu grösserer Vorsicht aber, um die Trennung, welche durch die Rückenmarkshäute oft etwas gehindert wird, vollständig zu bewirken, führen wir die Branche einer feinen, geraden, oder knieförmig gebogenen Augenscheere in die Wunde ein, und durchschneiden alles ungetrennt Gebliebene, so dass wir also hier die möglichst reinste Trennung der einen Rückenmarkshälfte haben*).

Nun bewirken wir, 1 bis $1^1/_2$ Linie unter diesem Schnitt, also in der Gegend des 4ten Wirbels einen gleichen Schnitt durch die Rückenmarkshälfte der andern Seite, und lassen das Thier jetzt ruhig auf dem Tische sich einige Zeit von der Operation erholen. Alsdann wird man sehen, wie der Frosch seine Pfoten, hintere wie vordere, bewegt, jene anzieht, und einige Schritte vorwärts kriecht, indem er beide Hinterpfoten anfangs mit ungleicher, später mit gleicher Stärke und gleicher Leichtigkeit gebraucht; — selten zeigt die eine Hinterpfote nach 5 — 10 Minuten eine grössere Bewegungskraft als die andre, vorausgesetzt, dass die Operation gut gemacht war. Anfangs ist der Unterschied allerdings in den meisten Fällen bemerkbar. — Der Frosch fängt alsbald an rascher zu gehen, streckt beide Hinterpfoten zu gleicher Zeit aus, und zieht beide wiederum zu gleicher Zeit an den Leib an; und wie derselbe seinen Körper mittelst beider Hinterpfoten vorwärts stösst oder schiebt, das sieht man in den meisten

*) Dieses Verfahren ist sicherer als sogleich mit der Scheerenbranche die eine Rückenmarkshälfte zu durchstechen, u. s. w.; man sticht oft zu tief, in die andre Seitenhälfte, und zerrt die Nervenwurzeln zu sehr.

Fällen daran, dass ein solcher Frosch, dem man die Hand vorhält, um ihn in seinem Wege aufzuhalten, nach irgend einem angebrachten Reize oder ohne diesen, sich an der Hand in die Höhe stemmt, und dabei seinen Körper mit beiden Hinterpfoten auf den Tisch stützt; der Frosch kann so vollkommen aufrecht stehen, und man könnte glauben, er sei unverletzt, wüsste man nichts von der Verletzung am Rückenmarke.

Dass dieses nicht allein reflectirte, sondern vollkommen willkürliche Bewegungen sind, unterliegt gar keinem Zweifel, und wir dürfen auf das oben Mitgetheilte in Bezug hierauf verweisen. — Noch ein Umstand aber, den wir einige Male beobachtet haben, deutet ebenfalls zu sehr auf die unzweideutig willkürliche Bewegung in beiden Hinterpfoten hin, um ihn nicht mitzutheilen. — Hält man einem solchen Frosche die Hand vor den Kopf, um ihn am Vorwärtskriechen zu verhindern, und bringt ihm auf den Vorderkopf ein wenig Essigsäure, mittelst des damit befeuchteten Glasstöpsels, so sieht man das Thier manchmal unter den heftigsten Zeichen von Schmerz sich an der Hand heftig aufrichten, und hinten über schlagen, indem er durch die Seitenbewegung zu entfliehen strebte. — Ja, einmal sahen wir, wie der Frosch, ohne unsre Hand zu berühren, mit straff ausgestreckten Hinterpfoten sich halb seitwärts und in die Höhe hob, und dadurch seinen Körper hinten über schlug — dass dies nur durch den Willen zur Flucht, und durch den Einfluss des Willens auf beide Hinterbeine geschehen konnte, darf kaum bezweifelt werden. Ferner: legt man den Frosch auf den Rücken, so macht er, oft sogar ohne dazu gereizt zu werden, mit sämmtlichen Pfoten Anstrengungen, sich wieder auf den Bauch zu kehren, was ihm oft genug gelingt, oft auch nicht gelingt.

Es möchte hiernach überflüssig erscheinen, noch etwas über VAN DEEN's falsche Behauptung zu sagen, dass vom vorderen Körpertheile keine Reflexbewegungen zum hinteren, und umgekehrt, übergehen. — Indessen führen wir nur an, dass

diese Erscheinungen bei schlecht ausgeführtem Versuche eintreten; dass dagegen bei gehörig ausgeführten Verletzungen des Rückenmarks, nach dem Betupfen einer Vorderpfote mit Essigsäure, alsbald die Hinterpfote derselben Seite mit grosser Heftigkeit den Reiz abwischt. — Starker Reiz auf die Hinterpfoten bewirkt dagegen nicht blos Reflexbewegungen in diesen, sondern auch in den Vorderpfoten.

Was nun die Empfindung betrifft, so ist auch in dieser Hinsicht die Behauptung VAN DEEN's falsch. — Betupft man eine Hinterpfote mit Essigsäure, so sieht man (wenn auch nicht jedes Mal) alle Zeichen des Schmerzes in den vorderen Körpertheilen eintreten: Schliessen und Zurückziehen der Augen, Winden des Kopfs, Bewegungen der Vorderpfoten. Fast immer aber sieht man diese heftigen Schmerzensäusserungen, wenn man die Cloakenöffnung mit der Säure betupft. Im Moment der Berührung mit der Säure schliessen sich schon die Augen des Frosches etc.

So sehen wir also durch diesen Versuch eine anderweite Bestätigung unsrer bei dem Experiment XXVII. mitgetheilten Behauptungen, und den Beweis gegen die unrichtigen Angaben VAN DEEN's in diesen Beziehungen.

XXIX. „Oeffnet man den Wirbelcanal von hinten, und schneidet von den beiden Hintersträngen, in der Gegend des 3ten Wirbels, ein Stück von der Grösse einer Linie aus, entfernt man nachher mit der grössten Vorsicht, ein eben so grosses Stück aus der grauen Substanz der medulla spinalis, ohne die Vorderstränge zu durchschneiden, dergestalt, dass man sich überzeugt, alle substantia gelatinosa*) an dieser Stelle weggeschnitten zu haben; legt man das Thier alsdann

*) Im Druckfehlerverzeichniss steht verbessert „spongiosa." Auch in dem holländischen Original, wie in der Uebersetzung (in der Hamburger Zeitschrift) wird die Wegnahme möglichst aller grauen Substanz vorgeschrieben. — Daher das unten von uns bei C. Gesagte auf vorliegendes Experinment Anwendung findet.

auf die Erde, so sieht man anfangs, und oft noch eine halbe Stunde nach der Operation, nicht die mindeste willkürliche Bewegung in den Hinterpfoten des Thiers; aber später zeigt sich diese Bewegung gradweise verstärkt, und wird ganz evident, wenn gleich nicht immer von gleicher Stärke bei den verschiedenen Thieren, an denen dieser Versuch gemacht wurde."

„Oeffnet man nun die Bauchhöhle, um den Blutumlauf auf die angegebene Weise in den hinteren Theilen aufzuheben, bringt man dann ein wenig Strychnin in den Mund, so wird der in den Hinterpfoten durch Reiz der Vorderpfoten hervorgerufene Tetanus nach einigen Minuten oft (nicht immer) eben so stark sein, als wäre das Rückenmark gar nicht verletzt worden. Und wenn man jetzt an einem so vorbereiteten Thiere genaue Versuche macht, so wird man sehen, dass durch Reiz der Hinterpfoten mit einer Pinzette oder concentrirten Säure, die Reflexbewegung weder von den vorderen Theilen zu den hinteren noch in umgekehrter Richtung fortgepflanzt wird."

„Um dieses auf eine leichtere Weise zu beweisen, kann man das Thier, nachdem sein Rückenmark auf die vorgeschriebene Weise behandelt worden ist, ohne weitere Operation, und ohne dass man es vergiftet, köpfen, und man wird alsdann dieselben Folgen von der Reizung der Vorder- und Hinterpfoten, wie die oben beschriebenen, sehen, — dass nämlich keine Reflexbewegung der Hinterpfoten nach den Vorderpfoten, noch der letzteren gegen die ersteren hin Statt findet."

Bei diesem Experimente haben wir verschiedene Bemerkungen zu machen. Es ist nämlich, begreiflicher Weise sehr schwierig, vielleicht unmöglich, bei Entfernung eines liniengrossen Stückchens aus dem hinteren Theile des Rückenmarks, dessen Trennung so zu bewirken, dass es genau nur aus der hinteren weissen und aus der hinteren grauen Substanz bestehe, und nicht zugleich entweder etwas von der vorderen grauen Substanz mit hinweggeschnitten werde, oder von der hinteren grauen Substanz ein wenig sitzen bleibe. — Denn an dem

Rückenmarke des Frosches können wir (ausser an der medulla oblongata den offenen Anfang des canalis spinalis, das Analogon der 4ten Hirnhöhle) durchaus keine von der Natur bewirkte Trennung in einzelne Stränge, oder einzelne hintere und vordere graue Substanz bemerken. Blos die Mittellinie an vorderer und hinterer Fläche ist bemerkbar, sonst nichts. Die Eintheilung in Vorder- und Hinterstränge, in vordere und hintere graue Substanz (wohl etwas zu freigebig von van Deen substantia gelatinosa und spongiosa genannt) existiren blos in unsrer Idee, und blos hierdurch übertragen wir die Begriffe von dem Rückenmark der höheren Thiere auf das der Frösche, in welchem, wegen der Kleinheit, die Unterscheidung, selbst wenn sie so wäre, mit blossen Augen, und während jener Versuche, eine Unmöglichkeit sein würde.

Aus diesen Gründen ist es also nicht möglich eine unsrer Idee genau entsprechende, reine Verletzung zu machen; denn wenn wir auch hintere weisse und graue Substanz entfernen könnten, — so würden wir, schon durch die Grobheit unsrer (selbst feinsten) Instrumente Verletzungen der vorderen grauen Substanz (Quetschung, Druck etc.) veranlassen, welche nachher störend auf die Resultate wirken müssten.

Wir unterscheiden darum bei diesem Versuche folgende drei Modificationen; und unter eine derselben wird sich jeder Versuch, wenn er einigermassen vorsichtig gemacht worden ist, bringen lassen: 1) Wegnahme der hinteren weissen und eines Theils der hinteren grauen Substanz, so, dass die vordere graue Substanz jedenfalls ganz (oder wenigstens an den meisten Stellen der Wundfläche) unverletzt bleibt. — 2) Wegnahme der hinteren weissen und grauen Substanz, wobei auch eine kleine Schicht der vorderen grauen mit entfernt worden ist, wobei mindestens Verletzung der vorderen grauen Substanz an den meisten Stellen der Wundfläche Statt findet.— 3) Wegnahme der weissen hinteren Substanz, und zugleich der hinteren und vorderen grauen Substanz, wobei zwar die

vordere weisse Substanz an den meisten Stellen unverletzt geblieben ist, dagegen die vordere graue Substanz als grösstentheils entfernt oder verletzt zu betrachten ist.

Betrachten wir die Symptome dieser Modificationen.

A. Wegnahme der hinteren weissen und des grösten Theils der hinteren grauen Substanz. Diese bewirkt man am besten auf folgende Weise: Nachdem das Rückenmark vom zweiten bis fünften Wirbel blosgelegt worden ist, sticht man die Branche einer feinen geraden Augenscheere in der Gegend des 3ten Wirbels queer und so flach als es angeht durch die ganze Dicke des Rückenmarks durch, dergestalt, dass man annehmen kann, dass hintere weisse und der grösste Theil der hinteren grauen Substanz auf dem Blatte der Scheere liegen. Nun schliesst man letztere, indem man die Schärfe der einen Branche etwas nach oben wendet, und schneidet also die hintere Rükkenmarkssubtanz durch. Man wiederholt dieselbe Operation eine Linie unterhalb des ersten Schnitts, und nun nimmt man mittelst einer Daviel'schen Augenscheere, deren Spitzen man nach oben gerichtet halten muss, den zwischen beiden Queerschnitten liegenden hinteren Ausschnitt des Rückenmarks weg. — Dies ist die beste Methode zur Ausführung dieses Versuchs. Wir haben sie deshalb so genau beschrieben, weil VAN DEEN nichts darüber gesagt hat.

Ein so operirter Frosch*) bleibt 5 — 10 Minuten lang ruhig liegen, dann aber fängt er an, beide Vorderpfoten in Bewegung zu setzen, zugleich sieht man Bewegungen beider Hinterpfoten; doch sind letztere anfangs schwach; bald aber werden sie stärker, der Frosch geht vorwärts, anfangs schwach, in seltenen Schritten, später aber so kräftig, wie ein unversehrter Frosch, nur nicht mit Ausdauer; nach einigen Schritten bleibt er wieder längere oder kürzere Zeit ganz ruhig liegen.

---

*) Man darf zu diesen Versuchen nur die grössten Frösche nehmen, wie denn die kleinen überhaupt nichts dazu taugen.

Reizt man ihn zur Bewegung, so hüpft der Frosch oft mit einer Kraft und Energie wie ein unversehrter Frosch, aber nicht zu wiederholten Malen, er macht einen Sprung, und einige Schritte kriechend, höchstens zwei Sprünge, dann macht er einen Halt, und bleibt wieder kürzere oder längere Zeit unbeweglich sitzen.

Reizt man ihm eine Hinterpfote, so entstehen nicht allein in dieser Reflexbewegungen, sondern in allen Theilen des Körpers, und der Frosch giebt die augenscheinlichsten Beweise, dass er von dem Reize Empfindung gehabt habe, indem er die Augen zukneipt und retrahirt, den Kopf auf die bekannte Art windet, indem er den Nacken einzieht, und den Mund in die Höhe richtet etc. Bringt man auf die Vorderpfoten einen Reiz an, so entsteht nicht allein Schmerzempfindung und Reflexbewegung der Vorderpfoten, sondern die Hinterpfote derselben Seite wird zu der gereizten Stelle der Vorderpfote geführt, und wischt den Reiz ab (gewöhnlich bedienen wir uns der Essigsäure, oder später, zu den heftigeren Reizen der Salpetersäure).

Legt man den Frosch auf den Rücken, so macht er mit den sämmtlichen Pfoten Bewegungen, um sich wieder auf die Bauchseite zu werfen. — Selten gelingt es, aber die willkürlichen Bewegungen sind hier über allem Zweifel deutlich.

Köpft man einen solchen Frosch, so sieht man nach einiger Zeit auf Reiz einer Vorderpfote die Hinterpfote der entsprechenden Seite sich nach vorn bewegen, und den Reiz abwischen. — Legt man den Frosch auf den Rücken, und reizt die Cloakenhaut, so bewegen sich nicht blos die Hinterpfoten, sondern auch oft die beiden Vorderpfoten. Oft bringt Reiz der Hinterpfoten mittelst einer Säure, schon im Moment nach der Berührung leise Bewegung der Vorderpfoten hervor.

Wir sehen also aus diesen wiederholt von uns beobachteten Thatsachen, dass Gefühl und Bewegung noch mittelst der in dem Ausschnitt des Rückenmarks übrig gelassenen

Theile vermittelt wird. — Später werden wir die Erklärung dieses Umstandes mittheilen.

B. Wegnahme der hinteren weissen und hinteren grauen Substanz, wobei auch eine kleine Schicht der vorderen grauen Substanz zugleich mit entfernt worden ist.

Ein so operirter Frosch bleibt manchmal, wie VAN DEEN anführt lange, $^1/_2$ — 1 Stunde oft länger, liegen, ohne die mindeste willkürliche Bewegung zu machen. — In andern Fällen macht derselbe jedoch früher Bewegungen, nach 5 — 10 Minuten; aber bei sehr heftigen Anstrengungen mit beiden Vorderpfoten sieht man nur den Einfluss des Willens auf beide Hinterpfoten Statt finden, ohne dass der Frosch im Stande wäre, sich mittelst derselben vorwärts zu stossen, und wenn man einen starken Reiz (z. B. Salpetersäure) auf eine Hinterpfote bringt, macht der Frosch einen Sprung, welchem einige mehr oder weniger heftige Bewegungen (Reflex) der gereizten Theile nachfolgen, und hiernach bleibt er ruhig sitzen, wobei er gewöhnlich die Hinterpfoten an den Leib angezogen erhält.— Durch leichtere Reize erregt man das Thier sich umzudrehen, aber eine Fortbewegung macht es hiernach nicht, noch weniger einen Sprung, — der aber allenfalls später noch mehrmals durch heftige Reize herbeigeführt werden kann.

Auf die Hinterpfoten kann man die stärksten Reize anbringen, ohne dass eine Schmerzempfindung dadurch in den vorderen Theilen entsteht; aber die dadurch entstehende bedeutende Reflexbewegung in den Hinterpfoten theilt sich den vorderen Theilen mit, so dass alsdann auch in ihnen Bewegungen entstehen, die aber nicht auf Entfernung des reizenden Körpers Bezug haben. — Reizt man eine Vorderpfote durch Essig- oder Salpetersäure, so entstehen neben der heftigen Schmerzensäusserung und den Bewegungen beider Vorderpfoten auch zugleich Bewegungen der Hinterpfote der gereizten Seite, und diese Hinterpfote wird an die Stelle des Reizes nach vorn geführt, und wischt den Reiz ab, oft weniger oft mehr voll-

kommen, und versetzt sich dann selbst in noch heftigere Reflexbewegungen (eben so wie die andre Hinterpfote) indem die Säure auch auf sie selbst wirkt.

Legt man ein solches Thier auf den Rücken, so macht es ebenfalls mit allen Pfoten Bewegungen um sich wieder auf die Bauchseite zu werfen, doch gelingt ihm das niemals, so weit unsre Beobachtungen reichen. — Analoge Erscheinungen zeigen sich nach dem Köpfen durch angebrachte Reize.

Aus diesen Thatsachen geht also hervor, dass nach gänzlicher Entfernung der hinteren grauen (und weissen) Substanz die Leitung der Empfindungen vom untern Theile des Rückenmarks in den oberen zu dem Gehirn, mittelst der übrig gelassenen vorderen grauen (und weissen) Substanz in dem Ausschnitte, nicht mehr möglich ist; — dass dagegen die Ausbreitung der Willens-, wie der Reflexbewegungen in der übrig gebliebenen grauen (und weissen) Substanz (und zwar der Reflexbewegungen von oben nach unten wie umgekehrt), Statt finden. — Auch diesen Umstand werden wir später erklären.

C. Wegnahme der hinteren weissen, und der sämmtlichen grauen (hinteren und vorderen) Substanz, so dass nur die vordere weisse Substanz an der Stelle des Ausschnitts übrig ist. (Dies soll eigentlich van Deen's Versuch sein, wenn man die Verbesserung im Druckfehlerverzeichniss annimmt — und hier wird man einsehen, wie die Angaben van Deen's durchaus unrichtig sind, wenn man die seinigen mit den unsrigen vergleicht). — Ein solcher Frosch bleibt oft kürzere oder längere Zeit ruhig. Gewöhnlich aber fängt er nach 5 — 10 Minuten die Vorderpfoten zu bewegen an; indess entstehen dabei nicht die mindesten Bewegungen in den Hinterpfoten. Bei der heftigsten Willensanstrengung ist der Frosch nicht vermögend auch nur die leiseste Bewegung seiner Hinterpfoten hervorzurufen. Der Frosch kann daher wohl seinen Körper mittelst der Vorderpfoten fortschleifen, aber von einem eigentlichen Vorwärtskriechen ist nicht die Rede, geschweige denn

vom Hüpfen. — Reizung der Hinterpfoten erzeugt Reflexbewegung derselben, nicht aber der Vorderpfoten. — Reizung der Vorderpfoten erzeugt Schmerz und Reflexbewegung in diesen, nicht aber Bewegung in den Hinterpfoten. — Bei dem heftigsten Reize der Hinterpfoten, oder der Cloakenmündung giebt der Frosch nicht das mindeste Zeichen von Schmerz zu erkennen und bewegt nicht seine Vorderpfoten. — Legt man den Frosch auf den Rücken, so macht er Bewegungen mit beiden Vorderpfoten, um sich wieder in die frühere Lage zu bringen, aber die Hinterpfoten zeigen dabei nicht die mindeste Bewegung. Nach dem Köpfen zeigen sich dieselben Erscheinungen nach angebrachten Reizen.

Hieraus ersehen wir also, dass die in dem Ausschnitt übrig gebliebene Substanz des Rückenmarks weder fähig ist, die Empfindungen des unteren Rückenmarkstheils in den oberen und so zu dem Gehirn überzuleiten (und umgekehrt), noch dass die Erregung der Reflexbewegungen von einem Theile des Rückenmarks aus, mittelst der Brücke im Ausschnitt in irgend einer Richtung möglich ist. — Auch hiervon weiter unten noch ein Näheres.

Die durch Vergiftung hervorgerufenen Symptome sind in diesen drei Fällen verschieden, wenn man die Blutcirculation stört. — Wird diese aber nicht gehindert, so entsteht in allen diesen drei Fällen, die Verletzung des Rückenmarks mag sein wie sie will, allgemeiner Tetanus in sämmtlichen Pfoten. Wie und warum solcher entsteht, haben wir früher zur Genüge auseinandergesetzt.

Stört man die äussere Blutzufuhr zum unteren Theile des Rückenmarks (unterhalb des Ausschnitts), nach van Deen's Vorschrift, so entsteht bei A. allgemeiner Tetanus, in Hinter- wie in Vorderpfoten, eben so bei B. und in den meisten Fällen auch bei C. Nur ist in letzterem Versuche der Tetanus der Hinterpfoten oft nicht gleichzeitig mit dem in den Vorderpfoten vorhanden, sondern tritt etwas später auf; für alle

diese Fälle wird vorausgesetzt, dass der Frosch auf der Bauchseite liegt, nach der Vergiftung, und dass kein Blutverlust während der Störung der Blutcirculation und Trennung der Gefässverbindungen etc. entstand.

Wird aber wirklich die Blutcirculation im unteren Theile des Rückenmarks aufgehoben, auf die von uns vielfach angegebene Weise, wird der Frosch auf die Rückseite, und mit dem Kopf tiefer als mit dem unteren Körpertheil gelegt, nachdem ein starker Blutverlust bewirkt worden ist etc., so bewirkt Vergiftung*) bei A. und B. Tetanus der vorderen Theile, während bei jedem Anfalle Bewegungen in beiden Hinterpfoten, aber nicht tetanische, entstehen. Bei C. bringt aber das Gift Tetanus der vorderen Theile hervor, ohne dass die mindesten Bewegungen dadurch in den Hinterpfoten hervorgerufen werden.

Reizt man bei A. und B. die Hinterpfoten, so leise als möglich, so sieht man oft nur Reflexbewegungen, oder verstärkte Contraction der tetanischen Muskeln entstehen, ohne dass zugleich Tetanus vorn entsteht; meistentheils aber entsteht zugleich Tetanus vorn**). — Reizt man bei C. die Hinterpfoten, so entsteht in ihnen starke Reflexbewegung***), und

*) Nach starkem Blutverlust muss man viel Gift geben, 3 — 4 Tropfen, sonst dauert es zu lange bis Tetanus der vorderen Theile entsteht.

**) van Deen behauptet dass die Reflexbewegungen von den Hinterpfoten auf den vorderen Körpertheil nicht fortgeleitet würden, und letzterer also unberührt davon bliebe. Indessen ist hier Täuschung und Wahrheit zu nahe; auch bei unverletztem Rückenmarke können wir, nachdem die erste Heftigkeit der tetanischen Anfälle vorüber ist, vorn wie hinten local verstärkte Reflexbewegung erregen, ohne dadurch allgemeinen Tetanus zu erzeugen. Oft aber ist die leiseste Erschütterung die nicht zu vermeiden ist, und die durch die Reflexbewegung selbst hervorgerufen wird, hinreichend den Tetanus vorn zu erzeugen.

***) Wir sahen zwei Mal Tetanus in den Hinterpfoten in diesem Versuche entstehen, ohne dass die vorderen tetanisch waren; in einem Falle wurden letztere es noch später. — Wahrscheinlich war von der Haut aus (durch Berührung mit den Fingern oder vom Tische etc. aus) das Gift in die Hinterpfoten, und von da in den untern

durch die Erschütterung Tetanus der vorderen Theile. Ist aber die Bewegung der Hinterpfoten nur schwach, so entsteht oft kein Tetanus dadurch in den Vorderpfoten.

Die Schlüsse aus diesen wichtigen Thatsachen werden wir weiter unten ziehen, wenn wir erst die anderweiten analogen Versuche erörtert haben werden.

XXX. „Oeffnet man den Wirbelcanal eines Frosches von hinten, und schneidet das ganze Rückenmark, mit Ausnahme einiger Fasern der vorderen weissen Substanz, durch, so kann das Thier nach der Operation anfangs nicht die mindeste Bewegung der Hinterpfoten machen; — aber nach Verlauf einiger Minuten sieht man, dass das Thier allmählig verstärkte Anstrengungen zur willkürlichen Bewegung macht; letztere wird ihm anfangs sehr schwer, später aber weniger mühsam. — Uebrigens kann das Thier nicht die mindeste Bewegung mit den Hinterpfoten machen, ohne heftige und sichtliche Anstrengung seiner Willenskraft. — Hindert man nun den Blutumlauf nach der mehrerwähnten Weise, und vergiftet das Thier, so entsteht sehr oft Vergiftung nur in den vorderen Körpertheilen, und nicht in den hinteren. Indess ist es mehrere Male geschehen, dass die Vergiftung eben sowohl in den hinteren, wie in den vorderen Theilen Statt fand. Erstere entsteht oft, nach schwacher Gabe des Strychnins, letztere nach sehr beträchtlicher Gabe des Giftes, und dann scheint ein mechanischer Uebergang des Giftes vom vorderen (obern) Theile des Rückenmarks zum hinteren (unteren) Statt gefunden zu haben. — Hat man ein so operirtes Thier geköpft, und nicht vergiftet, so kann man durch Reiz der

---

Theil des Rückenmarks gelangt. — Die Art dieser Vergiftung wird durch die Lymphgefässe vermittelt, denn das pulsirende Organ zu beiden Seiten des Afters setzt seine Contractionen in diesem Versuche vor und nach dem Entstehen des Tetanus fort. — Ueber dieses Organ werden wir gelegentlich weitere Mittheilungen machen.

Hinterpfoten weder Reflexbewegung der Vorderpfoten, noch durch Reiz der letzteren Bewegung der ersteren erzeugen.“

Diese von VAN DEEN mitgetheilten Resultate stellen sich, wenn man den Versuch genau nach Vorschrift macht, ganz anders heraus; denn:

1) Entsteht trotz der grösten Anstrengung der Vorderpfoten nicht die mindeste Bewegung der Hinterpfoten; man mag den Frosch noch so lange beobachten, die Willkür übt nicht den mindesten Einfluss auf die Hinterpfoten. — Die einfache Reflexbewegung besteht in den Hinterpfoten fort, wenn man sie unmittelbar reizt. — Dagegen kann

2) der stärkste Reiz auf die Vorderpfoten angebracht noch bei Vorhandensein des Gehirns, und Willens, nicht die mindeste Bewegung der Hinterpfoten erzeugen; so wie denn auch die heftigste Bewegung der Hinterpfoten durchaus nicht die Bewegungen in den Vorderpfoten anregt.

Wir haben diese Versuche zu vielen Malen wiederholt, und bestätigt gefunden; wenn nicht noch vordere graue Substanz mit der vorderen weissen zusammenhängt, so ist letztere durchaus unfähig die Eindrücke des Willens aufzunehmen und fortzupflanzen. — Die VAN DEEN'schen Angaben sind also schnurstracks der Wahrheit entgegen.

Wir haben auf diesen Versuch gleichsam die Probe gemacht, und bewiesen, dass auch ohne Zusammenhang der vordern weissen Substanz die willkürlichen Bewegungen gerade so Statt finden, wie bei unverletztem Rückenmarke (Roser's und Wunderlich's Archiv f. d. physiol. Heilkunde, Bd. 1.), ein Versuch, der über allem Zweifel erhaben ist, und den wir zuerst gehörig erkannt und gemacht zu haben uns glücklich schätzen. — VAN DEEN ist in der falschen Ansicht befangen, dass die vordere weisse Substanz des Rückenmarks die Eindrücke des Willens empfange und fortleite; darum sieht er gewissermassen falsche Resultate in seine Versuche hinein, und hindert sich so die unbefangene Beobachtung.

Wird ein solcher Frosch geköpft, so geht, wie VAN DEEN richtig sagt, keine Bewegung von der Vorder- zur Hinterpfote über, und umgekehrt.

Vergiftet man einen nicht geköpften, nach Vorschrift dieses Experimentes präparirten Frosch, ohne die Blutcirculation zu stören, so entsteht begreiflicher Weise allgemeiner Tetanus. — Stört man die äussere Blutzufuhr nach VAN DEEN, ohne Blutverlust zu bewirken, und setzt das Thier auf die Bauchseite, so entsteht in allen Fällen allgemeiner Tetanus. — Entstand vorher aber ein starker Blutverlust, so bleibt der Tetanus in den Hinterpfoten manchmal aus. — Letzteres geschieht aber immer, wenn der Zutritt des vergifteten Bluts nach der von uns angegebenen Weise zum unteren Rückenmarkstheile wirklich gehindert wird. — Nach diesen Mittheilungen sind die VAN DEEN'schen Behauptungen zu beurtheilen; was jeder Leser nun ohne unsre speciellere Betrachtung leicht selbst kann.

XXXI. „Sticht man in das von hinten blosgelegte Rückenmark, in der Gegend des 3ten Wirbels, ein kleines, sehr feines Messerchen von einer Linie Breite zwischen den Vorder- und Hinterstrang ein, dergestalt, dass über der einen Messerfläche nur die substantia medullaris der Hinterstränge befindlich ist, und unter dem Messer die ganze substantia cinerea dieser Rückenmarkspartie nebst den Vordersträngen liegt; schneidet man nachher alle die unter dem Messer befindlichen Theile durch, um sicher zu sein, dass der vordere Theil des Rückenmarks mit dem hinteren nur durch die Marksubstanz der Hinterstränge zusammenhängt, in der Gegend des 3ten Wirbels; öffnet man hiernach die Bauchhöhle, und zerstört den Blutumlauf zwischen vorderen und hinteren Körpertheilen (wie bereits oben angegeben); bringt man hiernach endlich ein wenig essigsaures Strychnin in den Mund, so wird man dieselben Erscheinungen wie im 1sten Versuch sehen, mit der Ausnahme, dass die Reflexbewegung im vor-

deren Körpertheile nicht direct*) durch Reizung der Hinterpfoten erregt werden kann."

„Dieselben Erscheinungen zeigen sich noch deutlicher, wenn das Thier nicht vergiftet, und die Bauchhöhle nicht geöffnet wurde, sondern wenn man ihm, nach Vorbereitung des Rückenmarks in der Gegend des 3ten Wirbels, wie oben verlangt wurde, den Kopf abschneidet**)."

Diesen Versuch, welchen wir vielfach wiederholt haben, sahen wir durchaus von andern Resultaten begleitet, als denen, die van Deen angiebt. — Fragen wir zuerst, was van Deen aus diesem Versuche zu schliessen und zu beweisen gedenkt:

Durch Trennung aller Substanz des Rückenmarks, mit Ausnahme der hinteren weissen Marksubstanz, bei'm 3ten Wirbel, ist der obere Theil des Rückenmarks, so wie das Gehirn mit dem unteren Rückenmarkstheile nur mittelst jener Hinterstränge, ausschliesslich also mit jener unzertrennt gelassen hinteren weissen Marksubstanz, verbunden. — Eine jede wirkliche Empfindung vom hinteren Körpertheile aus, soll sie zum Gehirn gelangen, kann nur durch jene Marksubstanz fortgeleitet oder

*) van Deen sagt hier direct, weil durch Erschütterung bei Bewegung oder Reizung der hinteren Theile die vorderen vergifteten zum Tetanus angeregt werden, also indirect.

**) van Deen verlangt, dass man das so operirte Thier mindestens $^1/_2$—1 Stunde nach dem Versuche ruhen lassen soll, ehe man es auf die Empfindlichkeit prüft; die Reizung bewirkte er durch rasches Betupfen der Hinterpfoten mit Schwefelsäure, entweder während das Thier auf dem Tische liegen blieb, oder nachdem er dessen Hinterpfoten längere Zeit ruhig in der Hand gehalten hatte. — Reflexbewegung soll hier nicht Statt finden; denn, war das Thier stark vergiftet, so konnte die stärkste Reizung nicht mehr direct Bewegung im vorderen Körpertheil hervorrufen, eben so wenig, als wenn er das Thier köpfte, ohne es zu vergiften. — Die Erscheinungen zeigten sich ihm nicht immer, wie oben angegeben; aber er konnte sie niemals hervorrufen, wenn er sie unmittelbar nach der Operation zu erregen versuchte.

vermittelt werden; jede willkürliche Bewegung der Hinterpfoten, — entstünde sie wirklich — würde nur durch jene Marksubstanz bedingt und vom Gehirn aus fortgeleitet. — Nun fand van Deen, dass alle willkürliche Bewegung der Hinterpfoten nach jenem Versuche aufhörte. Er schloss also: jene Marksubstanz leitet nicht die Eindrücke der Bewegung fort. — Ferner schloss van Deen: Bewirkt Reizung der Hinterpfoten Schmerzensäusserung in den vorderen Körpertheilen, so muss nothwendig die Leitung der Empfindung vom hinteren Körpertheil zum Bewusstsein ausschliesslich mittelst jener hinteren Marksubstanz geschehen; also: jene hintere Marksubstanz muss die Function haben, das Gefühl fortzupflanzen, die Empfindung zu vermitteln. — van Deen glaubt die feste Sicherheit zu haben, dass dieser Schluss richtig sei. — Indess die Sache verhält sich ganz anders, und van Deen hat sich auch hier wiederum einer Täuschung ausgesetzt. — Also:

Haben wir einem Frosche die Verletzung des Rückenmarks gemacht, wie van Deen in dem Vorstehenden verlangt, so sehen wir, nach Verlauf von 5 bis 8 Minuten, wie der Frosch sich vorwärts zu bewegen strebt, zu entfliehen sucht. — Er macht dabei starke Anstrengung mit dem vorderen Körpertheile, aber nicht die mindeste Bewegung mit den Hinterpfoten. — Betrachten wir nun dieses Streben zur Fortbewegung ein wenig genauer. Zuerst strengt der Frosch seine Vorderbeine an, um vorwärts zu kommen, aber der schwere Körper folgt nicht leicht, oder gar nicht; darum strengt das Thier seine gröste Kraft an, um dennoch vorwärts zu kommen, Hierbei sehen wir, wie dasselbe die Augen schliesst und tief in ihre Höhlen retrahirt, den Nacken einzieht, den Vorderkopf in die Höhe streckt, und sich windet und dehnt, als hätte es den allerheftigsten Schmerz empfunden. — Diese Bewegungen wiederholt der Frosch mehrere Male, bis er ermüdet davon, endlich eine Zeit lang wieder ruhig sitzen bleibt,

und dann, aus eigenem Wilensantrieb diese Scene wieder von Neuem beginnt.

Manche Frösche geben jene Zeichen der heftigsten körperlichen Anstrengungen zum Vorwärtskommen sogleich bei der ersten Bewegung nach der Operation zu erkennen, und späterhin nur dann; wenn sie von aussen zur Flucht angeregt werden, z. B. durch eine einfache Berührung vorn, oder hinten, wodurch dem Körper eine nur ganz leise Erschütterung beigebracht wird. — Es ist daher oft nur nöthig, mit dem Finger ein solches Thier zu berühren, ganz leise, oder mit irgend einem Instrumente, ohne irgend eine Verletzung oder starke Reizung zu bewirken, und sogleich macht es Anstrengungen zur Flucht, und äussert in allen Theilen seines Vorderkörpers dieselben Bewegungen, als hätte es den allerheftigsten Schmerz empfunden*). Andre Frösche bleiben ruhiger,

*) Sehr interessant ist es zu sehen, wie heftige allgemeine Anstrengung des Willens dieselben Bewegungen erzeugt, wie heftiger Schmerz. Betrachten wir einen Menschen, welcher eine schwere Last heben will. — Er fasst sie an, bei ruhigen Gesichtszügen; indess es gelingt nicht sie zu heben. Er fasst sie von Neuem an, er schliesst oder verbeisst seinen Mund, er hält seinen tief geholten Athem an, er macht stärkere Willensanstrengungen mit allen Muskeln seines Körpers, er runzelt die Stirn, zieht auf's heftigste die Augenbrauen zusammen, die Augenlieder werden ein wenig zusammengekniffen, alle seine Gesichtsmuskeln kommen in die heftigste Spannung und Bewegung — vollkommen wie bei einem, der einen heftigen Schmerz erduldet, und ihn an sich halten, unterdrücken, nicht äussern will. — Ist die Last gehoben, so folgt augenblicklich wieder Freiheit des angehaltenen Athems, eine Exspiration, die sämmtlichen Gesichtsmuskeln lassen in ihrer Contraction nach, ihre (oft vollkommene Verzerrung bis zur Fratze) Bewegungen werden wieder wie früher, ruhiger; und eben so erfolgt es, wenn der Schmerz nachlässt. — Dass die in beiden Fällen dennoch gleichen Folgen von einer Ursache herrühren, nämlich von verstärkter Anregung der Muskelnerven zu Bewegungen, im einen Falle von der Kraft des Willens, im andern Falle von den heftig reflectirenden sensitiven Nerven (durch die schmerzhafte Reizung), kann keinem Zweifel unterliegen. Ausführlich werden wir darüber an anderm Orte reden.

namentlich wenn sie durch die Operation mehr gelitten hatten als jene, oder wenn sie überhaupt nicht so lebhaft sind.

Je länger nun der Frosch ruhig sitzen blieb, desto mehr erholt er sich von der Operation, wie von der vorhergegangenen Anstrengung, desto leichter wird er also durch eine drohende Bewegung, durch einen leichten Reiz, eine Berührung zur Ausführung von neuen Bewegungen zur Flucht veranlasst werden können, desto leichter wird also eine jede Anregung zur Flucht, — die gar nicht einmal ein mechanischer Reiz zu sein braucht — alle jene Symptome hervorrufen, die sowohl der Aeusserung der stärksten Willenskraft, wie der Aeusserung des heftigsten Schmerzes eigenthümlich sind.

Hieraus wird also klar, dass man einen Frosch, $^1/_2$ oder 1 Stunde nach der Operation, nur leise irgendwo zu berühren, oder mit der Hand oft nur einige drohende Bewegungen auszuführen braucht, um den Frosch zur Flucht, und zu den heftigsten Bewegungen, zu der Retraction seiner Augen, zum Winden seines Kopfes, zur grösten Anspannung seiner beiden Vorderpfoten, die oft alsdann wie tetanisch steif werden, zu veranlassen. — Wollte man also hier schliessen, die heftigen Anstrengungen der vorderen Körpertheile seien die Folge einer schmerzhaften Empfindung, so wäre man vollkommen im Irrthume.

Nach dieser Bemerkung also wird man einsehen, dass zur Prüfung der Empfindlichkeit nach diesem Versuche es des Abwartens längere Zeit hindurch keineswegs bedarf, dass aber, wenn man so lange gewartet hat, der Frosch zuerst durch einen nicht verletzenden Reiz zu Bewegungen der vorderen Theile veranlasst werden muss, und dass, erst wenn diese aufgehört haben, ein verletzender Reiz auf die Hinterpfoten angebracht werden darf, um mit einiger Wahrscheinlichkeit den nun sich darbietenden Erfolg zu beurtheilen, und zu bestimmen, ob die dann folgenden Bewegungen Resultate einer Empfindung sind oder nicht. — Also:

Sobald der Frosch sich erholt hat, oder wenn man will (und wir haben auch dieses sehr oft gethan) $^1/_2$ bis 1 Stunde nach gemachter Operation, berühren wir den Frosch irgendwo, und veranlassen ihn dadurch zu den Bewegungen der vorderen Theile. Sobald diese aufgehört haben, oder eine kurze Zeit nachher, bringt man ein wenig Schwefel- oder Salpetersäure auf eine Hinterpfote. — Jetzt sehen wir Reflexbewegungen beider Hinterpfoten entstehen, aber die vorderen Körpertheile bleiben vollkommen ruhig, die Augen werden nicht geschlossen, und nicht in ihre Höhlen retrahirt, sondern bleiben weit geöffnet, der Kopf wird nicht eingezogen, windet sich nicht, und die Vorderpfoten machen nicht die mindeste Bewegung; es ist, als wäre das Rückenmark gänzlich durchschnitten worden.

Werden aber die Reflexbewegungen der Hinterpfoten stärker, und erschüttern sie den ganzen Vorderkörper stark, so ist diese Erschütterung sehr oft dem Frosche eine neue Anregung zur Bewegung, zur Flucht, und alsbald beginnt er die heftigsten Anstrengungen dazu, welche alsdann nur fälschlicher Weise für die Zeichen einer Schmerzempfindung gehalten werden können.

Hat man aber den Frosch nicht vor Anbringung der Säure zu einer Bewegung der vorderen Theile veranlasst, so sieht man, nach Anbringung der heftig wirkenden Säure, in demselben Momente, wo die Reflexbewegungen eintreten, zugleich in den vorderen Theilen alle die Zeichen der heftigen Anstrengung zur Flucht, die für Schmerzenszeichen gehalten werden können, fälschlicher Weise, indem sie ihnen äusserlich gleich sind; und hierin liegt also der Schlüssel zur Aufklärung jener Täuschung. — Nicht die Säure macht den Reiz zur Bewegung der vorderen Theile, sondern die durch die Säure hervorgerufene Reflexbewegung der Hinterpfoten, und die hierdurch wiederum erzeugte mechanische Erschüt-

terung der vorderen Körpertheile. — Letztere wird eben so ohne Anwendung der Säure, durch blosse Berührung oder Erschütterung hervorgerufen, und so kann man denn unmöglich die Bewegungen der vorderen Theile als ein Resultat der Reizung durch die Säure betrachten.

Will man sich hiervon noch mehr überzeugen, so schneide man einem Frosche zwischen dem 3ten und 4ten Wirbel das Rückenmark ganz durch, und man wird, sobald er sich von der Operation erholt hat, ganz dieselben Erscheinungen sehen wie in jenem Versuche, wo die Hinterstränge (weisse Substanz) noch unversehrt sind. Der Frosch schliesst die Augen, windet den Kopf etc., kurz, giebt alle Zeichen eines heftigen Schmerzes, die hier aber nur Folge der heftigen Willensanstrengung sind, sobald er Bewegungen zur Flucht macht, — falls diese ihm nicht gelingen. Gelingen die Fortbewegungen, so zeigt sich kein Schliessen der Augen etc. Gelingen sie aber nicht, wenn z. B. der Frosch auf einem trockenen hölzernen Tisch, oder auf dem Fussboden liegt, worauf seine Haut anklebt, und ihn also an der leichten Fortbewegung hindert, dann treten wiederum alle jene Erscheinungen der heftigsten Anstrengung (wie des Schmerzes, der aber hier nicht vorhanden ist) ein.

Und wenn VAN DEEN glaubt, dass er sich dadurch vor Täuschung hüte, wenn er die Hinterpfoten des Frosches längere Zeit vor Anbringung des Reizes ruhig in der Hand halte (dadurch also den Frosch an die Berührung der Hand gewöhne, und die Annäherung der andern also nicht das Streben zur Flucht, zur Bewegung der Vordertheile, errege), so irrt er auch hier wiederum sehr. — Denn sobald die Säure auf die Hinterpfote gebracht wird, so entstehen in demselben Moment auch die Reflexbewegungen der Hinterpfoten, welche den vordern Körpertheil, wenn auch nur wenig, erschüttern, und dadurch einen neuen Reiz zur Flucht geben, um so mehr, als der Frosch lange Zeit ruhig in der Hand gehalten

wurde, also in ihm die Kraft gleichsam, und das Streben zur Flucht um so mehr sich sammelte.

Nur noch einen Einwurf wollen wir erörtern, den man gegen unsre Ansicht machen könnte. Das ist folgender: Man könnte sagen: wenn der Frosch ein Mal eine willkürliche Bewegung der vorderen Theile, sei es aus eigenem Antrieb, sei es durch nicht verletzende Erschütterung vom Hintertheil seines Körpers aus, gemacht hat, so ist er erschöpft, nicht allein für willkürliche Bewegung, sondern für Bewegung überhaupt, und wird also gegen eine schmerzhafte Empfindung, selbst wenn sie ihm sehr wehe thäte, nicht reagiren können. Daher zeige sich keine Schmerzempfindung in unsern Versuchen, wie überhaupt selten nach dieser Operation.

Diese Ansicht aber ist durchaus ungegründet. Denn wenn der Frosch durch willkürliche Bewegungen zur Flucht sich noch so sehr angestrengt und ermüdet hat, so bringt Reiz einer Vorderpfote, oder eines andern vorderen Körpertheils, augenblicklich wieder die heftigsten Bewegungen hervor, welche hier also Folge des empfundenen Schmerzes, wie des Strebens sich ihm zu entziehen, sind. — Ueberdies aber ist diese Ansicht um deswillen noch ungegründeter, weil auch bei den stärksten Anstrengungen des vorderen Körpertheils durch den Willen die unversehrt gebliebenen Hinterstränge keine Action haben, also ihre Leitungsfähigkeit nicht erschöpfen, also — wenn sie dazu überhaupt fähig wären — auch nach Ermüdung der vorderen Theile, dennoch den auf die hinteren angebrachten Reiz weiter leiten, also zur Empfindung bringen würden; und alsdann würde es eben so sein, als hätte man die vorderen Theile selbst gereizt.

Wir hoffen nun, den Leser zur Beurtheilung des v. DEEN'schen Experiments hinreichend in Stand gesetzt zu haben*). — Die

---

*) VAN DEEN sagt zwar: „je me suis complétement convaincu, que le sentiment n'est pas détruit dans une grénouille, dont la moëlle

hintere weisse Substanz des Rückenmarks aber ist, nach unseren Versuchen, wenn sie mit der hinteren grauen Substanz nicht mehr in Verbindung ist, durchaus unfähig, von der Peripherie erhaltene Eindrücke zum Gehirn zu leiten. — Dagegen kann man die hintere weisse Substanz an mehreren Stellen des Rückenmarks queer durchschneiden, und dennoch bleibt die Empfinduug unversehrt, vorausgesetzt, dass die hintere graue Substanz nicht verletzt worden war.

épinière a été préparée de cette manière.“ Aber van Deen schliesst dies nur aus der plötzlichen Bewegung der vorderen Theile, bei Reizung der Hinterpfote, in den Fällen, wenn das Thier ½ bis 1 Stunde zuvor ganz ruhig gelassen worden war. — Was hier wirkend ist, haben wir oben hinreichend erläutert. — Aber van Deen scheint später selbst misstrauisch gegen seine „conviction complète“ geworden zu sein. Denn pag. 185 seines Werkes sagt derselbe, bei Gelegenheit der Angabe, dass er dies Experiment wiederholt habe: „il m'a paru, que la cause pourquoi dans cette expérience la substance blanche postérieure transmet seule si difficilement et en si petite quantité le sentiment au cerveau, doit être attribuée à ce, que les mouvements de réflexion réagissent sur presque toutes les impressions reçues, et à ce que la substance grise n'était plus là pour transmettre le sentiment.“ Während also van Deen früher und auch noch jetzt der hinteren weissen Substanz Theil an der Fortleitung der Empfindungen zuschreibt, ertheilt er diese Facultät sogleich nachher nicht ihr, sondern der hintern grauen Substanz, indem er fortfährt: „Ce fait est des plus remarquables, nous voyons par là que tout ce que les cordons postérieurs effectuent, se fait par la substance grise.“ van Deen geräth also hier in vollständigen Widerspruch. Denn ist der letzte Satz richtig (und wir sind dieser Ansicht), so kann unmöglich in einem Experiment, wo die graue Substanz gänzlich durchgeschnitten, und blos die hintere weisse Substanz unversehrt war, durch diese letztere allein eine Empfindung vermittelt werden. — Geschieht dies aber dennoch, wie van Deen glaubt, „complétement convaincu“ zu sein, so ist die Behauptung falsch, dass nur die graue Substanz die Empfindung bewirke — oder auch das Experiment war falsch, indem die graue Substanz nicht gänzlich durchgeschnitten worden war. — Die Wahl zwischen dem einen oder andern Fehler muss van Deen überlassen bleiben.

Gehen wir nun zu den Erscheinungen über, welche die Vergiftung mit Strychnin an so präparirten Fröschen herbeiführt, so haben wir wiederum drei Fälle zu unterscheiden:

1. Die Circulation des Blutes bleibt ungestört; alsdann entsteht allgemeiner Tetanus in hinteren wie in vorderen Theilen, aus längst erörterten Gründen; denn nach gänzlich durchschnittenem Rückenmarke entsteht der allgemeine Tetanus ebenfalls.

2. Die äussere Blutzufuhr zum unteren Theile des Rükkenmarks ist abgeschnitten, nach van Deen's Vorschrift. Hier fragt es sich, ob Blutverlust vermieden wurde oder nicht, ob der Frosch auf den Bauch gelegt wurde, oder auf den Rükken; ward der Frosch auf den Bauch gelegt, nach v. Deen, so entsteht Tetanus nur vorn; hinten aber nicht die mindeste Bewegung während jener entsteht; nur Reflexbewegung der Hinterpfoten bleibt, wenn man letztere reizt; und während dieser entsteht, durch mechanische Erschütterung des vorderen Körpertheils, zugleich Tetanus vorn; nicht aber durch Leitung mittelst der Hinterstränge, wie van Deen fälschlich annimmt. — Oft entsteht blos locale Reflexbewegung hinten, ohne gleichzeitigen Tetanus vorn, was aus der Erschöpfung der vorderen Theile zu erklären ist, nachdem die Heftigkeit der ersten Anfälle schon einen grossen Theil der Kraft oder Reizbarkeit des Nervensystems aufgezehrt, gleichsam vernichtet hat.

Legt man aber den so behandelten Frosch auf den Rükken, und begünstigt auf solche Weise, wie wir oben hinreichend auseinandergesetzt haben, den Zutritt des Blutes von dem oberen Theil des Rückenmarks mittelst der schmalen Brücke der Hinterstränge zum unteren, so entsteht zwar zuerst Tetanus vorn, und nicht hinten; lässt man aber den Frosch einige Stunden ruhig so liegen, so wird man finden, dass zuerst die Reflexbewegungen der Hinterpfoten sich bedeutend verstärken, endlich immer mehr Streckung, Spannung der Schwimmhäute durch Spreizung der Zehen eintritt, und zu-

letzt, nach 6 bis 8 Stunden, wenn schon die vorderen Theile zu aller Reaction unfähig sind, todt sind, Tetanus in den beiden Hinterpfoten evident vorhanden ist*).

3. Aeussere und innere Blutzufuhr ist gehemmt; wir bewirken das, nach der wiederholt angegebenen Weise, indem wir während der Eröffnung der Bauchhöhle einen Blutverlust herbeiführen, und den Frosch nachher so legen, dass der Kopf am tiefsten, und der untere Rückenmarkstheil vertikal in die Höhe gerichtet ist. — In diesem Falle entsteht Tetanus vorn, und nicht die mindeste Bewegung der Hinterpfoten, wie ein Jeder sich, nach dem Vorausgegangenen, nun leicht wird erklären können.

Die Erscheinungen, welche ein nach Vorschrift dieses Experiments behandelter Frosch nach dem Köpfen giebt, bestätigen ebenfalls unsre mitgetheilten Ansichten. Denn oft entstehen durchaus keine Bewegungen der Vorderpfoten nach angebrachter Säure auf die Hinterpfoten; oft entstehen solche, aber augenscheinlich durch heftige Reflexbewegungen der Hinterpfoten veranlasst, wodurch Ortsveränderung oder Lagenveränderung in dem vorderen Körpertheile entsteht, und dann ist es gerade so, als hätte man unmittelbar den vorderen Körpertheil selbst gereizt. — Macht man einem enthaupteten oder unversehrten Frosche einen Queerschnitt durch die ganze Dicke des Rückenmarks zwischen 3tem und 4tem Wirbel, so wird

*) Man muss die Frösche auf einen Teller legen, und ihre Hinterpfoten mit feuchten Lappen umwickeln, oder mit feuchtem Papier, und mit einem feuchten Schwamme bedecken, weil sie sonst ganz vertrocknen, bevor der Tetanus eintritt. — Indess ist oft das übrig gebliebene Stück der hinteren weissen Substanz zu sehr verletzt, gezerrt etc., um noch zur Unterhaltung der schwachen Blutcirculation fähig zu sein; dann entsteht kein Tetanus hinten, und das Leben des untern Rückenmarkstheils erlöscht zu rasch, als dass die einfache Imbibition von vergiftetem Serum vom oberen Theil des Rückenmarks aus in den untern, in dem Maasse statt finden könnte, um wirkliche Vergiftung in letzterem zu erzeugen.

man sehen, dass er genau dieselben Erscheinungen nach Reizung der Hinterpfoten darbietet, wie ein nach Vorschrift dieses Experiments XXXI. präparirter Frosch; dass also von Fortleitung des Gefühls durch die hintere weisse Marksubstanz nicht im geringsten Grade die Rede sein kann.

XXXII. „Sticht man ein kleines zweischneidiges Messer in der Gegend des 3ten Wirbels durch das Rückenmark, wie in dem vorhergehenden Versuche, zwischen der hintern weissen Substanz und der übrigen Masse desselben ein, dergestalt, dass man sicher ist, die ganze graue Substanz befinde sich unter der Messerklinge, und nichts als die hintere weisse Substanz darüber; zieht man alsdann das Messer wieder aus dem Rückenmark heraus, und schneidet alle vorderen Nervenwurzeln durch, von der Stelle aus, wo das Rückenmark durchstochen worden war; lässt man hiernach das Thier sich einige Zeit hindurch erholen, so wird man sehen, dass es Bewegungen mit dem Kopfe und den Vorderpfoten macht, wenn man die Hinterpfoten reizt. — Dieses muss als Schmerzensäusserung betrachtet werden, denn wenn man einem so präparirten Thiere den Kopf ganz abschneidet, so ist es oft unmöglich, Reflexbewegung der Vorderpfoten durch Reizung der Hinterpfoten zu erzeugen. Indess, wenn das Thier nicht geköpft, sondern sein vorderer Theil s t a r k mit Strychnin vergiftet wurde, so verursachte Reizung der Hinterpfoten (auf i n d i r e c t e Weise) tetanische Bewegungen der Vorderpfoten.“

(„Dieser Versuch beweist, wie der vorhergehende, dass die hintere Marksubstanz a l l e i n keine Reflexbewegung hervorrufen kann.“)

Aus diesem Versuche kann man die warnende Belehrung nehmen, wie eine vorgefasste Meinung den Experimentator wahrhaft blind machen kann. — Wir haben diesen Versuch mehrere Male wiederholt und Folgendes gefunden: Nach Reizung der Hinterpfoten (die gelähmt sind, wegen Durchschnitts ihrer Nerven), entstehen die heftigsten Schmerzensäusserungen

der Vorderpfoten und des Kopfes. Dies hat VAN DEEN ganz richtig beobachtet. Aber er ist so blind zu schliessen, dass die nach dem Reize der Hinterpfoten entstandene Empfindung durch die hintere weisse Subtanz (an der Stelle des Durchstichs) vom unteren Theile des Rückenmarks zu dem oberen, und von da zum Gehirn fortgeleitet würde, und bedenkt nicht, dass die gesammte Masse des Rückenmarks unter der Stelle des Durchstichs noch unversehrt, dass die hier befindliche graue Substanz, und vornämlich die hintere graue Substanz vollkommen fähig ist, ihre Action auszuüben*), dass sie es ist, welche die Eindrücke vom unteren Theile des Rückenmarks zum oberen fortleitet, und so das Gefühl vermittelt, und dass die hintere weisse Substanz dazu nichts beiträgt**). — VAN DEEN bedenkt sogar nicht einmal den Antheil, den die in der Gegend des Schnitts, wie an allen übrigen Stellen des Rückenmarks, unversehrte graue Substanz an der Vermittelung von Empfindungen haben kann, und sucht deren Thätigkeit nicht einmal auszuschliessen, was er durch einen gänzlichen Durchschnitt dieser Theile, wie im vorhergehenden Versuche, doch vor allen Dingen hätte bewirken müssen. — Uebergehen wir aber diesen unverzeihlichen Fehler, der an und für sich den Versuch zu einem ganz unbrauchbaren macht, und erinnern wir uns nur daran, dass die hintere weisse Substanz allein durchgeschnitten, oder in kleineren Strecken weg-

*) Denn in diesem Versuche wird die unter dem Messer liegende Substanz nicht, wie in dem vorhergehenden, durchgeschnitten, sondern das Messer wird, nachdem es die hintere weisse und graue Substanz einfach von einander separirt hat, wieder ausgezogen.

**) Wir müssen den Leser aufmerksam darauf machen, dass sich VAN DEEN immer mehr in seinen Behauptungen widerspricht. In einer Anmerkung zum vorhergehenden Versuche sahen wir ihn behaupten, dass die weisse hintere Substanz nur durch die graue Empfindung vermittele (was wir anerkennen), und hier spricht er wieder das Gegentheil.

geschnitten werden kann (so lange die meisten hinteren Wurzeln unverletzt bleiben), ohne dass dadurch die Empfindung im Mindesten gestört wird; und gehen wir nun zur Prüfung der anderweiten Angaben VAN DEEN's über, nämlich zu den Erscheinungen, die der so präparirte Frosch nach dem Köpfen darbietet.

VAN DEEN behauptet, dass es oft unmöglich sei, Reflexbewegung der Vorderpfoten durch Reizung der Hinterpfoten zu erzeugen. — Indessen müssen wir fest glauben, dass hier ein gewaltiges Missverständniss obwaltet. Denn wir erzeugten stets die heftigsten Reflexbewegungen der Vorderpfoten durch Reizung der Hinterpfoten an allen nach Vorschrift dieses Experiments behandelten Fröschen*).

---

*) Hätte VAN DEEN vielleicht vergessen, im Eingange dieses Experiments zu bemerken, dass alle unter dem Messer liegenden Theile durchgeschnitten werden müssten, ganz wie bei Versuch XXXI., so würde zwar die ausserordentliche Verschiedenheit unsrer Resultate von den Angaben VAN DEEN's sich aufklären, aber, dies zu glauben, werden wir durch eine Anmerkung verhindert, welche er pag. 75 zum Versuch XXXI. mittheilt, wo er sagt: „die beste Art, in diesem Falle den Schmerz zu entdecken, sei die im folgenden Versuche (XXXII.) mitgetheilte, nämlich: man schneide die vorderen Nervenwurzeln einer oder beider Hinterpfoten durch, und reize hiernach eine oder beide Hinterpfoten zugleich. Hiernach müsse (unter günstigen Umständen) der Schmerz in den vordern Körpertheilen sich äussern." — Wir können nämlich nicht annehmen, dass der Versuch XXXII. ganz so sein sollte, wie die Modification des Versuchs XXXI. durch diese Anmerkung. Denn, in diesem Falle, wäre entweder die Anmerkung oder der folgende Versuch überflüssig. — Aber, VAN DEEN beschreibt sonst seine Versuche so genau, dass er unmöglich vergessen haben würde zu sagen, dass die vorderen Rückenmarkstheile durchgeschnitten werden müssten, und er bedient sich zu deutlich des Ausdrucks „lorsqu'on tire ensuite (nach dem Einstich) le couteau de la moëlle épinière" etc., was doch deutlich genug ist. In jedem Falle aber liegt hier eine durchaus falsche Beobachtung zu Grunde. Denn machten wir das Experiment XXXI., und schnitten hiernach alle vorderen Nervenwurzeln für beide Hinterpfoten durch, so konnten wir durch den heftigsten Reiz auf die Hinterpfo-

Dass diese Bewegungen durch Vermittlung der hinteren grauen Substanz, und deren Action nach allen Richtungen, Statt fand, unterliegt keinem Zweifel.

Wir müssen es VAN DEEN überlassen, Aufklärung darüber zu geben, auf welche Weise er zur Aufstellung dieser so falschen Resultate gelangt ist. — Wir haben keine Art von Wahrscheinlichkeit für einen andern Grund, als den seiner vorgefassten Meinung.

XXXIII. „Wird das kleine Messer nicht zwischen der oberen, sondern zwischen der unteren Marksubstanz (Vordersträngen, vorderen weissen Substanz) und dem übrigen Rükkenmarke eingestochen (enfoncé), und schneidet man, nachdem hierauf das Messer wieder aus der Wunde zurückgezogen worden ist, alle hinteren Nervenwurzeln hinter diesem Einstich durch, so kann das Thier, natürlicher Weise, nach Verlauf einiger Minuten, willkürliche Bewegungen mit seinen Hinterpfoten machen (wenngleich sie schwach sind, da sie der Gefühlsnerven beraubt worden); aber, schneidet man den Kopf ab, so kann man oft keine Reflexbewegung der Hinterpfoten hervorrufen, wenn man die vorderen reizt.“

Dieser Versuch ist genau ein Pendant zum vorhergehenden, und beweist sicher, dass kein Versehen in der Beschreibung jenes Statt fand. Also auch dieser Versuch beweist wiederum die gänzliche Befangenheit VAN DEEN's von seiner vorgefassten Meinung, dass nämlich die weisse vordere Substanz nicht zur Fortleitung der Reflexbewegung diene. VAN

---

ten nicht ein einziges Mal das mindeste Zeichen von Schmerz in den vorderen Theilen hervorrufen; und, köpften wir ein so präparirtes Thier, so entstand nie die mindeste Reflexbewegung, mochten wir auch die ganze Haut beider Hinterpfoten mit Salpetersäure bestreichen. — Uebrigens ist dieser Versuch überzeugender als der XXXIste, denn hier fallen alle störenden Reflexbewegungen der Hinterpfoten weg, die dort bleiben.

Deen lässt daher auch hier wiederum die ganze Masse des Rückenmarks in Wirksamkeit, da er nichts queer durchschneidet, sondern einfach nur die vordere weisse Substanz, durch einen blossen Einstich, von dem übrigen Rückenmark separirt, durch keinen Durchschnitt die Leitung von unten nach oben und umgekehrt unterbricht, sondern einfach das Messer aus der Stichwunde wieder zurückzieht. — van Deen meint in diesem, wie in dem vorhergehenden Versuche nur die Leitung von vorn nach hinten, oder umgekehrt innerhalb der Dicke des Rückenmarks verhindert zu haben, bedenkt aber nicht, dass dies an einer so kleinen Stelle nur ein Nervenpaar treffen kann, was gerade aus dieser Stelle entspringt, auf alle übrigen Rückenmarkstheile so wenig, wie auf die übrigen Nerven aber nicht den allermindesten hemmenden Einfluss hat.

Auch begnügt sich van Deen zu sagen: oft entstehe keine Reflexbewegung etc., und vergisst hier, dass bei diesen Versuchen alles stringent sein muss, wenn man einen Schluss darauf bauen will; hier darf das Oft, und Selten nicht zur Anwendung kommen. Wir müssen hier mit physicalischer Genauigkeit die Resultate der Versuche erkennen, oder, wenn einzelne Fälle das nicht zugeben, und verschiedene Resultate in der Schwierigkeit der Ausführung etc. begründet liegen, so müssen wir mindestens die Ursachen erkennen und anführen, die das Oft und Selten des Gelingens oder Misslingens bedingen. — van Deen unterlässt dies aber, und bleibt also in Ungewissheit, und raubt dadurch seinem Versuche jede Geltung.

Bei den Wiederholungen dieses Versuchs fanden wir, dass die willkürlichen Bewegungen der Hinterpfoten noch vorhanden sind, wie van Deen angiebt; wir fanden aber auch, dass die Reflexbewegungen der Hinterpfoten, nach dem Köpfen, durch hinreichend starke Reizung der Vorderpfoten stets in einem sehr bedeutenden Grade

hervorgerufen werden konnten*). — Aus diesem höchst wichtigen Umstande, so wie aus vielfachen andern Versuchen, die wir gemacht haben, ehe die von VAN DEEN bekannt waren, haben wir das Gesetz abgeleitet, dass der Gang des Reflexes innerhalb der vorderen (und hinteren) grauen Substanz nach allen Richtungen Statt findet, und von hinteren Nervenwurzeln, wie von hinterer weisser Substanz des Rückenmarks durchaus nicht abhängig ist (s. Roser's und Wunderlich's Archiv für die physiol. Heilkunde 1. Hft.). — Später hiervon ein Mehreres.

XXXIV. „Oeffnet man den ganzen Wirbelcanal eines Frosches, schneidet in der Gegend des 3ten Wirbels die beiden Vorderstränge, und hiernach, $^1/_2$ oder 1 Linie über den Nerven für die Vorderpfoten, die beiden Hinterstränge durch, so wird hiernach begreiflicher Weise das Thier keine willkürlichen Bewegungen mit den Hinterpfoten machen; aber die Reflexbewegung wird von den Hinterpfoten aus sich den Vorderpfoten mittheilen, was sich besonders zeigt, wenn man einem so präparirten Frosche den Kopf abschneidet.“

„Schneidet man noch die hinteren Nervenwurzeln für beide Vorderpfoten durch, so theilt sich die Reflexbewegung vom hinteren Körpertheile nichtsdestoweniger dem vorderen mit.“

„Köpft man das Thier nicht, sondern vergiftet dasselbe mit Strychnin, nachdem man die Blutcirculation, auf angeführte Weise, gestört hat, so werden die auf Reflexbewegung Bezug habenden Symptome dieselben sein, während die Vergiftungs-Symptome sich durchaus nicht in den Hinterpfoten zeigen.“

---

*) VAN DEEN sagt, pag. 76: „je ne pouvais souvent provoquer le mouvement de réflexion dans les pattes de derrière en irritant celles de devant. Also er fand doch zuweilen Reflexbewegung, die wir immer finden; VAN DEEN zieht aber aus dieser Erscheinung keinen Nutzen, sucht sich nicht zu erklären, warum die Bewegung dennoch eintrat, und stellt seine vorgefasste Meinung auf.

Auch bei Wiederholung dieses Experiments haben wir andre Resultate gefunden, wie die von VAN DEEN beschrieben. Vor allen Dingen müssen wir hier ausdrücklich hervorheben, dass VAN DEEN nur von Durchschneidung der weissen Marksubstanz spricht, und die graue Rückenmarksubstanz durchaus unverletzt erhalten haben will. — Wir haben diesen Versuch auf folgende Weise wiederholt*):

Entweder wir öffneten die Bauchhöhle, nahmen, ohne Verletzung der grossen Gefässe, den 3ten Wirbel weg, und schnitten hier mit einer geraden Augenscheere die beiden Vorderstränge an dieser Stelle durch, öffneten alsdann von hinten her die Wirbelsäule am 1sten und 2ten Wirbel, und schnitten gleichfalls mit der Scheere $^1/_2$ Linie vor dem Abgange der Wurzeln für die Nerven der Vorderpfoten, die Hinterstränge durch; oder: nach Eröffnung des Wirbelcanals von hinten in seiner ganzen Länge stachen wir zwischem dem 3ten und 4ten Wirbel ein scharfes, schmales, zweischneidiges Messerchen (wir benutzten als solches eine Eckholdt'sche Hasenscharten-Nadel, die höchstens $^3/_4$ Linien in der grösten Breite hat) über der vorderen weissen Substanz zwischen ihr und der vorderen grauen**), flach und queer durch die ganze Dicke des Rückenmarks hindurch, dergestalt also, dass unter der Nadel die vordere weisse Substanz, über oder auf ihr die gesammte graue und hintere weisse Substanz lag. Nun wandten wir die eine Schneide der Nadel nach unten, und durchschnitten die vordere weisse Substanz gänzlich in queerer Richtung. —

*) Da VAN DEEN nichts über seine Operationsweise sagt, so beschreiben wir die von uns angewandte genau, dass bei Wiederholung ein Jeder unser Verfahren kenne, was ein sehr wichtiger Umstand ist.

**) Es ist natürlich nur Sache bedeutender Uebung, den richtigen Einstichspunkt zu treffen. Die Operation ist und bleibt aber trotz aller Uebung eine sehr schwierige, wegen der Bewegung des Thiers, so wie man in das Rückenmark einsticht, wodurch die Sicherheit sehr beeinträchtigt wird.

Hierauf durchschnitten wir mit einer feinen Augenscheere, $1/2$ bis 1 Linie über den Wurzeln für die Vorderpfoten, die hintere weisse Substanz in queerer Richtung, auf die früher angegebene Weise, und setzten den Frosch ruhig hin. — Nach einigen Minuten fing derselbe an sich zu bewegen; anfangs unvollkommen, endlich immer kräftiger, und so haben wir in vielen Versuchen dieser Art die Frösche nicht allein vorwärts kriechen, sondern vollkommen, wenn auch schwächer als gesunde, hüpfen gesehen, ja wir sahen, dass solche Frösche auf den Rücken gelegt, sich von selbst wieder mit grosser Energie auf die Bauchseite kehrten. — Es unterlag keinem Zweifel, dass die sämmtlichen willkürlichen Bewegungen der Hinterbeine fortbestanden; und, dass das Gefühl in ihnen gleichfalls ungestört war*), ergaben alle Reize auf die Hinterpfoten, wodurch sogleich in den vorderen Theilen alle Zeichen der Empfindung hervorgerufen wurden, wenn der Reiz nicht zu schwach war. Zu diesen Versuchen passen, namentlich bei der ersten Verfahrungsweise**), am besten männliche, recht lebhafte Frösche, da die weiblichen durch ihre voluminösen Eierstöcke und Eierleiter an den Fortbewegungen mechanisch gehindert werden. — Die Beobachtungen van Deen's zeigen sich also in dieser Beziehung wiederum als unrichtig.

Was die Erregung der Reflexbewegung betrifft, so sind van Deen's Angaben jedoch ganz richtig, und mit unsern Er-

---

*) In unserer Mittheilung über die Nervenfunction (Roser's und Wunderlich's Archiv etc. Bd. I.) haben wir gezeigt, dass Durchschneidung der vorderen weissen Substanz, ohne die graue, kein Hinderniss für die willkürliche Bewegung ist; und dass Durchschnitt der hinteren weissen Substanz allein die Empfindung nicht stört.

**) Und dieser geben wir vor der andern den Vorzug der Sicherheit. Man sieht genau, dass man die Vorderstränge, und nichts anderes durchgeschnitten hat, was bei dem andern Verfahren unsicher geschieht.

fahrungen übereinstimmend. Reizung der Hinterpfoten eines so präparirten, und geköpften Frosches, bringt Reflexbewegung der Vorderpfoten hervor, und umgekehrt. — Schneidet man die hinteren Wurzeln für die Vorderpfoten durch, so zeigen letztere dennoch nach Reizung der Hinterpfoten Reflexbewegung*).

Hinsichtlich der Symptome nach der Vergiftung unterscheiden wir wieder, wie bei den vorhergehenden Versuchen, die drei Zustände der Blutcirculation; und hiernach sind die Erscheinungen des Tetanus zu bemessen. Die van Deen'sche Angabe ist natürlich hier eben so einseitig, und darum falsch, wie in den früheren Versuchen. — Zur Beurtheilung der Functionen des Rückenmarks sind aber die Vergiftungssymptome in diesem Experiment durchaus unzulässig, weil sich alles und nichts aus denselben schliessen lässt. Darum halten wir uns nicht länger bei denselben auf.

XXXV. „Schneidet man die Hinterstränge in der Gegend des 3ten Wirbels queer durch, und den Kopf nahe an den Vorderpfoten ab, und hiernach die hinteren Wurzeln für die Nerven der Hinterpfoten, so wird man nichtsdestoweniger Reflexbewegung der Hinterpfoten sehen, wenn man die Vorderpfoten reizt. — Dasselbe findet statt, wenn man überdies noch die vorderen Wurzeln für die Nerven der Vorderpfoten durchgeschnitten hat.“

„Die Vergiftung des Thiers, ohne Störung der Blutcircu-

---

*) Dass van Deen in diesem Versuche den unversehrten Zustand der grauen Substanz voraussetzt, wie wir oben behaupteten, geht aus einer Anmerkung dazu, pag. 77 u. 78, hervor. Hier heist es von der Reflexbewegung: „cela se fait par la substantia gelatinosa, qui a reçu l'impression des nerfs, le sentiment des pattes de derrière, et qui transmet de suite et en partie cette impression à la substantia spongiosa des pattes de derrière, la laisse en partie se répandre par elle même, jusqu'à la substantia spongiosa des pattes de devant, qui par là se mettent également en mouvement.“ Wir werden später über diesen Gegenstand ausführlicher sprechen; darum enthalten wir uns hier aller weiteren Erörterungen.

lation, verursacht Tetanus der Hinterpfoten, wenn man die Vorderpfoten reizt."

In Bezug auf dieses Experiment stimmen unsre Erfahrungen vollkommen mit van Deen's Angaben überein. — Wir dürfen daher keine Bemerkungen mehr hinzufügen. — Es ist hierbei gleich, ob man blos hintere weisse, oder zugleich die hintere graue Substanz eingeschnitten hat.

XXXVI. „Schneidet man die beiden Vorderstränge und die beiden Hinterstränge, nahe bei einander queer durch, z. B. erstere in der Gegend des 3ten Wirbels, letztere in der Gegend des 4ten, oder umgekehrt, so wird weder das mindeste Gefühl noch die mindeste Bewegung von dem vorderen Körpertheile zu dem hintern, oder von dem hinteren zu dem vorderen Theile des Körpers fortgeleitet."

„Vergiftung, nach Zerstörung der Blutcirculation in den unteren Theil des Rückenmarks, bringt natürlich Tetanus der vorderen Theile, aber nicht der Hinterpfoten hervor."

Wir können die hier mitgetheilten Resultate uns nicht anders, als durch ein rohes Operationsverfahren veranlasst, erklärlich machen. — In zahlreichen Versuchen, die auf das allergenaueste angestellt und als gelungen zu betrachten waren,— indem wir die Vorderstränge, nach Eröffnung der Bauchhöhle und Wegnahme des 3ten Wirbelkörpers, und in die Hinterstränge, nach Wegnahme des 4ten und 5ten Wirbelbogens vom Rücken her, und zwar mittelst einer feinen geraden Augenscheere durchschnitten, deren eine Branche in passender Höhe queer durch das Rückenmark zuvor durchgestochen ward, dergestalt also, dass die grösste Sicherheit über die Richtigkeit des Versuches hier Statt fand — haben wir gefunden: dass sowohl das Gefühl, wie die willkürliche Bewegung in den Hinterpfoten vollkommen fortbestand. Viele so operirte Frösche krochen grössere oder kleinere Strecken fort, schoben ihren Körper mit grosser Energie mittelst beider Hinterbeine vorwärts, letztere wurden durch

den Willen an den Leib angezogen, und dann abgestossen, kurz — wäre nicht die Festigkeit der Wirbelsäule durch Wegnahme des einen Wirbelkörpers und zweier Wirbelbogen zu sehr geschwächt gewesen, so unterliegt es keinem Zweifel, dass die Frösche vollkommen gehüpft haben würden.

Ein Reiz, auf die Vorderpfote angebracht, erregte alsbald Bewegung der entsprechenden Hinterpfote gegen die gereizte Stelle hin, und letztere suchte den Reiz von jener abzuwischen. — Wurden die Hinterpfoten gereizt, so entstanden alle Zeichen von Schmerzensäusserung in den vorderen Körpertheilen.

Wurde das Thier geköpft, so zeigten sich dieselben Bewegungen der vorderen Theile, wenn die hinteren gereizt wurden, und umgekehrt.

Vergiftung mit Strychnin brachte allgemeinen Tetanus hervor, wenn die Blutcirculation gar nicht, oder nur nach VAN DEEN's Angabe gestört wurde; dagegen entstand nur Tetanus der vorderen Theile und nicht-tetanische Bewegung der Hinterpfoten, wenn nach unserm Verfahren die Zufuhr des vergifteten Blutes gänzlich oder doch fast gänzlich dem unteren Theile des Rückenmarks abgeschnitten wurde.

Aus diesen Versuchen geht also, gegen VAN DEEN's Meinung, hervor, dass: so lange die graue Substanz und ihr Zusammenhang mit den Nervenwurzeln*) unversehrt ist, die weisse Substanz an der hinteren wie

*) Die anatomische Verbindung der Nervenwurzeln mit dem Rückenmarke ist uns durchaus noch nicht genau bekannt, wie die ganze feinere Anatomie des Rückenmarks noch ein pium desiderium ist. — Es ist hier ein Feld grosser Täuschungen bearbeitet worden, aber wir hoffen, dass die nächste Zeit einen Beitrag zur Aufklärung bringen soll. — Es ist wahrscheinlich, und von Vielen als gewiss angenommen, dass die Nervenwurzeln bis in die graue Substanz hineingehen; doch ob sie, und wie sie darin weiter gehen, — wenn auch Viele sich gewaltig dagegen erheben mögen —, das ist, noch nicht bekannt geworden. Wir behalten uns weitere Mittheilungen für einen andern Ort vor.

an der vorderen Fläche des Rückenmarks durchgeschnitten sein kann (gleich viel ob nah oder in gewisser Entfernung von einander, gleichviel ob an einer oder an mehreren Stellen), — ohne dass die wirkliche Empfindung und die willkürliche Bewegung, die Reflexbewegung oder das Reflexgefühl (Empfindung des Rückenmarks, nach entferntem Gehirn) dadurch aufgehoben werden.

An jeder Stelle, wo ein Queerschnitt in die weisse Substanz des Rückenmarks gemacht wird, ist es fast unvermeidlich, die hier sich inserirenden Nervenwurzeln (ein Paar meistens) unverletzt zu erhalten; und gesetzt auch, dies gelänge, so wird durch den Schnitt die nächste benachbarte Rückenmarkssubstanz so verletzt, dass die gerade hier befindlichen beiden Nervenwurzeln doch nicht mehr ihre Functionen fortzusetzen im Stande sein würden. — Aus dieser Unvollkommenheit unsrer Instrumente und Methoden zur Verletzung des Rükkenmarks folgt daher, dass, je mehr Queerschnitte wir in das Rückenmark machen, desto mehr Nervenwurzelpaare wir ausser Action versetzen. Daher complicirt diese Unvollkommenheit unsrer Operationsmethoden die Versuche, bei denen wir uns jedenfalls zu hüten haben, Unvollkommenheiten der Bewegungen, oder Mangelhaftigkeit der Empfindung, die wir nach dem Versuche beobachten, auf Rechnung des Schnitts in die weisse Rückenmarkssubstanz zu schreiben, während sie der Unthätigkeit der verletzten Nervenwurzeln zugeschrieben werden muss.

Wir hätten nun die erste Abtheilung der Versuche van Deen's durchgearbeitet, und folgen van Deen, zu seiner:

„Erklärung der Versuche,“

und nachdem auch diese geprüft ist, werden wir Gelegenheit haben, die Endresultate mitzutheilen.

van Deen beginnt pag. 80 mit der Behauptung, „dass die Vorderstränge einzig zur Bewegung, die Hinterstränge einzig zur Empfindung dienen.“

Aber, wir müssen, auf die überzeugendste Erfahrung gestützt, das Gegentheil behaupten, nämlich: die Hinterstränge dienen weder einzig der Empfindung, noch die Vorderstränge einzig der Bewegung. Vielmehr müssen wir als Grundsatz aufstellen:

Die Hinterstränge vermitteln die Empfindung nur, wenn sie mit der hinteren grauen Substanz in Verbindung sind, und die Vorderstränge vermitteln die Bewegung nur, wenn sie mit der vorderen grauen Substanz noch in Zusammenhang stehen.

Ferner: Durchschnitt der Hinterstränge hindert die Empfindung nicht, und Durchschnitt der Vorderstränge hindert die willkürliche Bewegung nicht, vorausgesetzt, dass in beiden Fällen die hintere und vordere graue Substanz unverletzt erhalten wurde.

Die graue Substanz ist also diejenige, durch welche die Empfindung, wie die Bewegung vermittelt wird; letztere wird durch die vordere, erstere durch die hintere graue Substanz bewirkt. — Die weisse hintere Marksubstanz scheint uns den Nutzen, die Bestimmung, zu haben: die Eindrücke, welche sie von den hinteren Nervenwurzeln erhält, direct auf die nächste graue Substanz überzuleiten, und vor und während der Uebertragung zu modificiren, zu assimiliren gleichsam. So wie wir mittelst des Hörnerven hören, mittelst des Sehnerven Licht empfinden, so empfinden wir mittelst der Spinalnerven die mechanischen Eindrücke und die der Temperatur, etc.; dagegen sehen und hören wir nicht vermittelst eines Spinalnerven und des Rückenmarks, wir riechen nicht mit einem Hautnerven. — Von den vorderen Strängen aber nehmen wir ein Gleiches an, nämlich dass sie die mittelst der vorderen grauen Substanz vom Gehirn aus, oder von den sensitiven Nerven und der hinteren grauen Substanz her empfangenen Eindrücke ordnen, formen, zu bestimmter Richtung bringen, die Combination und Coordination der Bewegungen bewirken,

oder doch zum grösten Theile bewirken helfen. — Deshalb glauben wir, dass die eigenthümliche Beschaffenheit der centralen Nervengebilde — und nicht die einfache Action der Nerven — alle erhaltenen centripetalen Eindrücke zu bestimmten Empfindungen, wie die centrifugalen zu Bewegungen, erst formt. — Darum ist der Centraltheil, in welchem die Sehnerven ihren Ursprung oder ihre Insertion haben, vermittelst seines uns noch unbekannten Baues*) nur zur Empfindung von Licht und Farben, nicht von Gerüchen etc., fähig, u. s. w. Wir behalten uns jedoch die genauen Erörterungen dieser Verhältnisse für einen andern Ort vor. — Eben so die Erörterung der anderweiten Verhältnisse, in welchen die weisse Substanz zu der grauen des Rückenmarks steht**).

Die Entstehung des Gefühls erklärt VAN DEEN, pag. 81, dadurch, dass die hinteren Stränge der medulla spinalis die Eindrücke aufnehmen und zum Gehirn weiter pflanzen; je nach dem Verhältniss dieser Eindrücke macht das Thier Bewegungen, dies seien willkürliche Bewegungen; werden aber die von den Hintersträngen aufgenommenen Eindrücke nicht zum Gehirn fortgepflanzt, sondern direct zu den Vordersträngen, so soll dadurch nicht wirkliches Gefühl, sondern Bewegung entstehen. — Dieses ist Reflexbewegung, während der, jener anregende, Eindruck Reflexgefühl ist.

---

*) Wir verkennen nicht, dass manche Beobachter sich um den feineren Bau des Gehirns verdient zu machen gesucht haben. Aber, gestehen wir es nur ganz offen, Alles was darüber gearbeitet, was bisher davon bekannt geworden — ist so gut als Nichts. Wir haben blos Kenntniss der groben Formen, und einiger allgemeineren Bestandtheile.

**) VAN DEEN stellt nach der mitgetheilten ersten Behauptung auch noch den Satz auf: dass eine wirkliche Circulation bei der Function der Nerven des Rückenmarks Statt finde. Wir übergehen dieses hier, indem VAN DEEN dem Beweise dieses Satzes die zweite Abtheilung seiner Versuche widmet. Hierbei werden wir Gelegenheit zur Prüfung dieser Lehre nehmen.

In diesen Behauptungen ist eine durchaus falsche Lehre enthalten, wie aus dem Obigen, und aus den von uns mitgetheilten Versuchen hervorgeht. — Die Art und Weise wie wirkliches Gefühl, und sogenanntes Reflexgefühl entsteht, ist ganz dieselbe, so weit diese Vorgänge innerhalb des Rückenmarks Statt finden. *Beide Arten von Gefühl können nicht ohne die hintere graue Substanz erzeugt, beide Arten von Bewegung können nicht ohne vordere graue Substanz bewirkt werden.* — Und wenn also VAN DEEN lehrt, dass, während das Reflexgefühl nur mittelst der hinteren grauen, und die Reflexbewegung nur mittelst der vorderen grauen Substanz erzeugt werden könne, dagegen: das wirkliche Gefühl von der hintern Marksubstanz, allein, und die willkürliche Bewegung von der vorderen Marksubstanz allein vermittelt werde, so ist er in einen vollkommenen Irrthum verfallen, wie wir bei den Versuchen XXVII. bis XXXII., auf welche VAN DEEN sich stützt, hinreichend bewiesen haben.

Also: ein von irgend einem sensitiven Spinalnerven zum Rückenmark gelangter Eindruck geht zuerst zu der hinteren weissen Substanz, von da direct zu der nächsten grauen hinteren Substanz über, und letztere erst bewirkt die Fortpflanzung zum Gehirn, wie auf die vordere graue und weisse Substanz. — Die Art und Weise dieser Fortpflanzung ist uns nicht bekannt. Wir haben darüber schon früher gesprochen, und werden später wieder hierauf zurückkommen; daher wir hier nicht näher in diese Frage eingehen.

Nur einen Einwurf wollen wir noch erörtern, den man unsrer Ansicht machen könnte; das ist: dass, wenn beide Arten von Action des Rückenmarks, bei wirklichem Gefühl, und bei blossem Reflexgefühl, gleich seien, es auch nothwendig sei, dass gleiche Folgen dadurch, nämlich gleiche Bewegungen entstünden, während doch hiergegen der Umstand zeuge, dass nach entferntem Gehirn jeder leichte Reiz Be-

wegung mache, nicht aber bei vorhandenem Gehirn, — also hier eine Verschiedenheit der Leitung oder Action des Rückenmarks obwalten müsse. — Wir erinnern hiergegen, dass dennoch die Action des Rückenmarks in beiden Fällen gleich ist, und die Verschiedenheit durch Folgendes bedingt wird: Während der Thätigkeit des Gehirns und der Sinnesorgane ist auch die gesammte Masse des Rückemarks und der Nerven in einer bestimmten stärkeren Action, als ohne dessen Thätigkeit. — Diese Action ist die Folge der Sinnes- und Seelenthätigkeit. Wir erkennen sie an dem gespannten Zustande der Muskeln (dem stärkeren Tonus) an den Bewegungen anderer Partieen (Blinzeln der Augenlieder, Bewegungen der Willkür etc.). Diese Action hat eine bestimmte Richtung durch den Willen oder die Sinnesaction erhalten, und es bedarf also eines stärkeren Eindrucks als des bereits bestehenden auf die Bewegungsnerven, um andre Bewegungen zu veranlassen. Ein leichter Reiz wird also oft genug bei einem Thiere, dessen Gehirn noch functionirt, keine Bewegung zur Folge haben. — Dagegen verhält sich die Sache ganz anders nach entferntem Gehirn, oder auch bei verminderter Thätigkeit desselben und der Sinnesorgane, z. B. im Schlafe. — In solchen Fällen fällt ein grosser Theil des Antriebs für das Rückenmark und seine Nerven zu einer bestimmten Art von Bewegungen weg. Das Rückenmark ist noch vollkommen fähig zur Action, aber es ist ohne Reiz dazu. — Darum wird ein jeder leichte Reiz schon hinreichend sein, dasselbe zu einer Action zu bestimmen. — Und da, nach entferntem Gehirn also kein Wille eine bestimmte Bewegung unterhält, welche der Reaction gegen den schwachen Reiz hinderlich sein musste, und da ferner kein Streben vorhanden sein kann; solchem Reize zu entfliehen, keine Furcht oder Angst da ist, die die Action des Rückenmarks für den Augenblick unterdrückt, oder verändert, so wird aus einem jeden, nicht zu leisen, Reize im Rückenmarke die Thätigkeit entspringen, gegen denselben

zu reagiren, denselben zu entfernen, d. h. die gereizten sensitiven Nerven werden mittelst des Rückenmarkstheils, mit dem sie zusammenhängen, die ebenfalls mit demselben zusammenhängenden, jenen entsprechenden, motorischen Nerven zur Action erregen. — Je nach der Heftigkeit des Reizes werden mehr oder weniger Theile des Rückenmarks afficirt, mehr oder weniger Bewegungsnerven in Thätigkeit gesetzt, die nach präformirten, noch unbekannten, anatomischen Gesetzen der Coordination in Action gerathen. — So ist es erklärt, warum geköpfte Thiere leichtere und stärkere Reflexbewegungen zeigen, als Thiere die nicht geköpft sind.

Ausser den bereits genannten Arten von Bewegungen nimmt VAN DEEN noch eine dritte Art an, nämlich die „uneigentlichen Reflexbewegungen" (pag. 82). Dies sind, nach seiner Ansicht, diejenigen Bewegungen, welche durch Berührung der hinteren Stränge des Rückenmarks hervorgerufen werden. VAN DEEN wiederruft hiermit seine frühere Behauptung, dass nämlich Berührung der Hinterstränge keine Bewegungen erzeuge*); wir haben bei Prüfung seiner ersten Abhandlung ihm dieses Factum entgegengestellt, und freuen uns daher um so mehr, von ihm selbst hier unsern Widerspruch bekräftigt zu sehen**). — Es sieht sich leicht

---

*) „Des expériences plus récentes m'ont prouvé, que la même chose (Bewegung bestimmter Theile je nach Reizung bestimmter Stellen des Rückenmarks) arrive par suite de l'irritation, mais pas trop faible, des cordons postérieurs; — mouvement de réflexion impropre."

**) VAN DEEN schliesst hieraus, dass das Rückenmark nicht als ein Convolut der verschiedenen Nervenfasern, oder als zuasmmengesetzt aus den verschiedenen Nerven, die hier entspringen, zu betrachten sei. — Er glaubt aus seinen Versuchen bewiesen zu haben, dass die Nerven aus verschiedenen Stellen des Rückenmarks ihren Ursprung nehmen (nicht also in ganzer Länge des Rückenmarks juxtaponirt sind), alle aber aus der grauen Substanz entspringen. — In Bezug auf das Letztere beziehen wir uns auf das bereits oben Gesagte; was aber die Juxtaposition der Nerven im Rückenmarke

ein, dass, im Grunde genommen, die Art und Weise der Erzeugung jener Bewegungen ganz gleich ist, mag sie von den peripherischen sensitiven Nerven oder von irgend einem unmittelbaren Reize auf das Rückenmark selbst ausgehen. — In einer Abhandlung über die Nervenfunction (Roser's und Wunderlich's Archiv, l. c.) haben wir zwischen centralem und peripherischem Reflex unterschieden; wir verweisen auf das dort Mitgetheilte. — Die Action des Rückenmarks ist stets gleich, mag sie durch Reiz auf die Haut, durch Reiz auf die Hinter- oder Vorderstränge, mag sie durch den Willen angeregt werden. — Eigentlich sollte man also keinen Unterschied statuiren; nur in der relativ äusseren Einwirkung, nur im Antrieb, im Reize, liegt der Unterschied, nicht im Wesen der Action, welche die Bewegung vermittelt.

Ueber die Art und Weise, wie die verschiedenen Functionen des Rückenmarks von Statten gehen, sagt VAN DEEN pag. 83, 84 Folgendes:

„Die sensitiven Nerven bringen die Eindrücke dahin, wo sie entspringen, d. h. zur substantia gelatinosa, welche sie zuweilen unmittelbar in die hintere Marksubstanz fortpflanzt, wodurch das wirkliche Gefühl entsteht; oder jene Eindrücke gehen direct zur substantia spongiosa*), wo die motorischen

---

betrifft, so sind wir ebenfalls der Ansicht VAN DEEN's. — Wir betrachten das Rückenmark als ein eigenthümliches Organ, das uns nach seiner feineren Structur noch unbekannt ist, und in welches sich die Nerven gleichsam nur inseriren. — Was die Behauptungen betrifft, dass die Nervenfasern durch die ganze Länge des Rückenmarks zum Gehirn verlaufen, und sich daselbst in Endschlingen umbiegen, so sind dies mindestens optische Täuschungen; die Untersuchung einzelner Fasern durch die Länge ihres ganzen Verlaufs ist für den jetzigen Zustand unsrer Kenntnisse platterdings eine Unmöglichkeit. — Da muss erst noch manches Hülfsmittel und manche Sichtung noch unhaltbarer Ansichten der heutigen Anatomen und Physiologen uns zu Theil werden.

*) VAN DEEN unterscheidet 1) substantia medullaris antica; 2) medullaris postica; 3) grisea postica = gelatinosa; 4) grisea antica =

Nerven ihren Ursprung nehmen, und hierdurch wird Reflexbewegung hervorgebracht; oder, die der substantia gelatinosa zugeführten Eindrücke gehen zur spongiosa und zugleich zur medullaris postica; und in diesem Falle soll Reflexbewegung und wirkliches Gefühl entstehen."

Wir sind mit dieser Ansicht durchaus nicht einverstanden. Wir dürfen uns 1) nicht eine Fortleitung der Eindrücke denken, wie das Fortaufen eines Wasserstroms. — 2) Ausserdem aber können wir unmöglich annehmen, dass im Rückenmarke selbst eine isolirte Leitung bald nach dieser, bald nach jener Richtung Statt finde — wenngleich das Rückenmark die Fähigkeit zu der einen Function momentan oder constant durch Abnormität eingebüsst, und die zur andern noch beibehalten haben kann. Wir glauben vielmehr, dass ein jeder Eindruck auf die sämmtlichen Theile des Rückenmarks zu gleicher Zeit, in einem Momente, wirkt nur verschieden stark auf einzelne Theile desselben. Darüber haben wir bereits oben uns ausgesprochen, das Wie ist hier, wie in allen übrigen Beziehungen ein ungelöstes Räthsel. Darum macht, bei Anwesenheit und Action des Gehirns (nicht im Schlafe) jeder Eindruck das wirkliche Gefühl, wobei die Reflexbewegung durch die stärkere bereits von dem Willen bestimmte anderweitige Action des gereizten Theils verhindert wird, falls der äussere Reiz schwächer war, als der Reiz des Willens, durch welchen das von aussen gereizte Glied in einer bestimmten Bewegung erhalten wird. — War aber der äussere Reiz stärker als der vom Willen, bis zum Momente der Einwirkung des äusseren Reizes, ausgegangene — so entsteht ausser dem wirklichen Gefühl auch noch Reflexbewegung. — War das Gehirn entfernt, oder un-

spongiosa. — In seinem „second supplément" sagt derselbe, er sei in dieser Eintheilung zu weit gegangen; — und darin hat er Recht, denn sie lassen sich bei'm Frosch nicht unterscheiden.

thätig (im Schlafe), und bestimmte es das Rückenmark zu keiner Action, so macht jeder Reiz Reflexbewegung, wie oben bereits erörtert.

Aus diesen Gründen sind wir daher auch der Ansicht, dass jeder zum Rückenmarke mittelst der sensitiven Nerven gelangende Eindruck sich innerhalb dieses Organs nach allen Richtungen zu gleicher Zeit verbreitet, und nicht blos nach einer oder der andern ausschliesslich*).

---

*) VAN DEEN äussert entgegengesetzte Ansicht, pag. 84, 85, die sich auf keinen erheblichen Grund stützen; derselbe meint, die Uebertragung der erhaltenen Eindrücke von der substantia gelatinosa zur medullaris postica geschehe in centripetaler Richtung, und niemals in entgegengesetzter. (Und doch ist die gelatinosa von der medullaris eingeschlossen; es müsste also jede Uebertragung von jener auf diese centrifugal sein, — nur in der Beziehung zum Gehirn wäre sie centripetal.) Indess ist diese ganze Lehre unrichtig, wie aus dem Experiment I. klar bewiesen ist. — Wenn aber der Eindruck zur substantia spongiosa geführt wird, (= Reflexgefühl und Reflexbewegung), so soll dessen Ausbreitung in verschiedenen Richtungen statt finden: a) Von dem Punkte aus, wo die substantia gelatinosa den Eindruck empfängt, wird letztrer zur substantia spongiosa gebracht, wo derselbe Bewegung verursacht, die durch eine Anzahl von Nerven bewirkt wird, entsprechend der, durch welche die Empfindung vermittelt wurde; — dies findet überhaupt bei sehr schwacher Reizung Statt. — b) Der erhaltene Eindruck (Reflexgefühl) verbreitet sich auf eine Menge von Bewegungsnerven, welche unter der Stelle, an der die substantia spongiosa den Eindruck empfing, befindlich sind; man kann sich davon überzeugen, wenn man eine Vorderpfote eines geköpften Frosches berührt (Experiment XXIII. bis XXV.). — c) Die Reflexbewegung pflanzt sich eine Strecke weit in der substantia gelatinosa fort, und wirkt alsdann nur auf die spongiosa. Schneidet man nämlich einem Frosche, dessen Rückenmark von vorn blosgelegt ist, die beiden Vorderstränge für die Hinterpfoten fort, und reizt, nach dem Köpfen die Hinterpfoten, so entsteht Reflexbewegung der Vorderpfoten. — (Versuch X., XI., XII., XXXIV.). — d) Der Gang des Reflexgefühls geht auf zwei Arten von Statten, wie unter a. und c. beschrieben wurde. — e) Das Reflexgefühl erzeugt Reflexbewegung auf die bei b. und c. beschriebene Art, wie das auch durch Versuch III., IV., XXXIV. gezeigt wird. Reizt man nämlich den Oberschenkel eines, wie dort, behandelten

Daher wenden wir VAN DEEN's Beweisgründe als Waffen gegen ihn selbst. Denn wenn derselbe glaubt, der Versuch I. beweise, dass die der substantia gelatinosa mitgetheilten Eindrücke von dem vorderen Theile des Rückenmarks zum hinteren nicht fortgeleitet würden, (weil Tetanus in den vordern und nicht in den hinteren Theilen nach seiner einseitigen Versuchsweise entstand) so sieht er das Gegentheil seiner Behauptung bewiesen, wenn er den Frosch, Statt auf die Bauchseite, auf den Rücken legt; dann wird nämlich allerdings der

---

Thieres, so entsteht Bewegung in den Vorder- und in den gereizten Hinterpfoten. — f) Das Reflexgefühl übt seinen Einfluss eben so wohl auf die substantia spongiosa der entgegengesetzten Seite, als der, wo ursprünglich die Empfindung statt fand. (Versuch XXVII.).

Alle diese Behauptungen sind durchaus unhaltbar, und unerwiesen. Denn, wenn wir auch sehen, dass von der hinteren grauen Substanz ein Eindruck nach oben oder nach unten weiter geleitet wird — ohne dass sie mit der vorderen grauen Substanz selbst in Verbindung war, indem man diese weggeschnitten hatte, so folgt daraus noch nicht, dass die Leitung im Normalzustande isolirt sei, und nicht auch die vordere graue Substanz am Ausgang oder am Anfangspunkt der Leitung afficire. — Eben so wenig, als wir aus den reflectirten Bewegungen der Vorderpfoten (die wir erzeugen können, auch wenn wir ihre hinteren Wurzeln und hinteren Stränge weggeschnitten haben, durch Reizung von den Hinterpfoten aus), — schliessen dürfen, dass im Normalzustand die Reflexbewegungen ohne Mitwirkung der hinteren grauen und weissen Substanz und der hinteren Nervenwurzeln von Statten gingen. — Denn die Vollkommenheit der Bewegungen sehen wir nur unter Mitwirkung der sämmtlichen Theile des Rückenmarks und aller dazu gehörigen Nerven von Statten gehen; jene Reflexbewegungen dagegen sind höchst unvollkommen, einseitig, wenn auch an und für sich kräftig und heftig, oft genug, — sie sind ohne Ausdauer etc., kurz, sie dürfen sich mit den normalen Bewegungen in keinen Vergleich setzen, was die Vollkommenheit betrifft.

Eben so müssen wir aus gleichem Grunde annehmen, dass jede Erregung der vorderen grauen Substanz zugleich Erregung der mit ihr verbundenen hinteren grauen etc. Substanz zur Folge hat, und dass durch diese Wechselwirkung erst die gehörige Bewegung, und Reaction gegen einen Reiz möglich wird.

Eindruck von dem vorderen Theile des Rückenmarks zum hinteren fortgeleitet, — und es ist hierdurch also evident bewiesen, dass die hintere graue Substanz von unten nach oben und von oben nach unten (hinten und vorn) leitet, respective ihre Eindrücke nach allen Richtungen weiter fortpflanzt. — Vielleicht möchte manchem Leser auffallen, dass bei dem Versuche I. van Deen's, in der Lage auf der Bauchseite, nur Tetanus vorn, aber während dessen nicht die mindeste Bewegung der Hinterpfoten sich zeige, was doch sogar auch in dieser Lage zu erwarten wäre. — Wir müssen hierzu erinnern, dass nach van Deen's Präparation der hintere Verbindungstheil des Rückenmarks wegen mangelnder Blutzufuhr und Verletzung in einer Art sopor oder torpor befindlich ist, und darum nur bei stärkerer Anregung seiner Action (durch Strychnin) diese äussern kann.

Ueber die Entstehung der willkürlichen Bewegung hat van Deen folgende Ansicht: Der Reiz (des Willens) theilt sich durch die substantia medullaris antica der substantia spongiosa mit*). Hier übt der Wille seine Kraft auf die Bewegungsnerven. Der Wille hat seinen Sitz im Gehirn, und kann sich der Gesammtmasse der vorderen Rückenmarksstränge mittheilen, von wo aus er seine Eindrücke der substantia spongiosa zuführt, in der er dann zur Wirksamkeit gelangt.

Auch diese Ansicht ist durchaus unrichtig, wie zum Theil bereits aus Früherem hervorgeht. — Denn auch nach quee-

---

*) van Deen behauptet, dass die weisse Substanz mit feinen Fasern in der grauen endige („je prétends, que cette substance blanche laisse successivement des filaments extrêmement fins"). Indess ist diese Behauptung auf gar nichts gestützt, und alle unsre bisherigen mikroscopischen Untersuchungen lassen uns durchaus in Unwissenheit darüber, wie weisse und graue Substanz verbunden sind. — Auf diesem Felde sind viele Täuschungen wegzuräumen, und hier ist noch Alles zu thun.

rem Durchschnitt der vorderen weissen Substanz allein bestehen die willkürlichen Bewegungen unterhalb des Durchschnitts eben so ungestört fort, als bei unverletztem Rückenmark. — Der Wille kann also nicht durch diese Substanz primär empfangen und weiter verbreitet werden.

Vielmehr müssen wir die Erklärung auf folgende Weise stellen: Der Willenseinfluss erregt die gesammte Masse des Rückenmarks, hintere wie vordere graue und weisse Substanz. Denn bei jeder willkürlichen Bewegung sind alle Theile unsers Körpers irgendwie, sei es auch noch so schwach, in Action. — Und dass letzteres der Fall ist, das sehen wir, wenn der Wille zu starken Bewegungen, oder zu einer bestimmten, aber sehr starken Bewegung, anregt. — Soll also nur mit einer Hand etwas sehr fest gehalten werden, so sehen wir dessenungeachtet die sämmtlichen Muskeln unsers Körpers mehr oder weniger an der Action mit Theil nehmen. Der Athem wird angehalten, die Rumpfmuskeln contrahiren sich stärker, die Beine stemmen sich auf; die andre Hand und der andre Arm machen ähnliche verstärkte Contractionen, wie die Hand, welche wirklich den Gegenstand hält etc. Nur wenn der Wille selbst eine Nichtanstrengung dieser andern Theile herbeizuführen strebt, dann kann dieselbe verhindert werden.

Hierbei müssen wir aber annehmen — und alle Facta weisen mit Evidenz darauf hin —, dass der Wille primär nur die graue Substanz erregt — vorzugsweise die vordere, weniger die hintere —, nicht aber die vordere weisse Substanz. Denn letztere kann queer durchschnitten sein, und doch geht der Will ungeschwächt auf alle Theile unterhalb des Queerschnitts; nicht aber, wenn die vordere graue Substanz queer getrennt ist, und ein wenig geschwächt, wenn die hintere graue Substanz queer durchschnitten ist.

Aber der Wille kann auf einen bestimmten Punkt vorzugsweise wirken, und wie das geschieht, darüber mangeln

uns die Begriffe. Der Willensreiz wirkt hier central, was ein peripherischer Reiz auf einen sensitiven Nerven wirkt. — Er wirkt alsdann wiederum auf eine bestimmte Stelle der vorderen grauen Substanz vorzugsweise, und nicht primär auf die vordere Marksubstanz, aus oben angeführtem Grunde. Letztere wird (eben so wie die hintere weisse Substanz) secundär erregt, und bringt nun die mit ihr zusammenhängenden motorischen Nerven zur Action. — Wir beziehen uns auf die Versuche XXIX. und XXX., welche van Deen zur Begründung seiner Meinung anführt. Wir haben aber dort bewiesen, dass die von van Deen mitgetheilten Facta durchaus sich nicht bestättigen, und also die Folge unrichtiger Beobachtung oder unrichtigen Experimentes sind*).

Aus dem oben Mitgetheilten geht zugleich hervor, dass der Wille, der zwar auf einen bestimmten Punkt im Rückenmarke vorzugsweise wirken kann, — aber nicht ohne die übrigen Theile dieses Organs mehr oder weniger mit zu erregen oder zu influenciren, nicht blos auf eine Seitenhälfte beschränkt wirken kann, oder gewöhnlich wirkt, sondern der Eindruck auf die eine Seitenhälfte zugleich der andern sich mehr oder weniger mittheilt.

Wir stehen hier in directem Widerspruch mit den Ansichten van Deen's. Dieser behauptet nämlich, pag. 88—90: während das wirkliche Gefühl mittelst der substantia gelatinosa sich von einer Seitenhälfte zur andern in der substantia medullaris von unten nach oben ausbreite, nehme der Willens-

*) van Deen geht, pag. 87, in seiner Verblendung so weit, zu sagen: „il suffit de quelques fibres ou filaments de cette substance (vordere weisse) pour communiquer la volonté de l'animal aux pattes de derrière, soit que ce peu de fibres se trouve au milieu de la medulla spinalis, soit que quelques unes de ces fibres se trouvent sur les deux côtés.“ Wir hoffen, dass van Deen diese, wie so viele andre Versuche wiederholen, sich von der wahren Sachlage überzeugen, und seine Irrthümer zurücknehmen wird.

einfluss nur getrennt in jeder substantia medullaris antica seinen Lauf*); VAN DEEN beruft sich auf den Versuch XXVII. Wir verweisen aber eben dahin, wo wir gezeigt haben, dass VAN DEEN's Mittheilungen durchaus unrichtig sind, somit auch alle aus denselben gezogenen Folgerungen.

Wenn aber nur gar VAN DEEN meint, daraus erklären zu können, warum bei [manchen!] Paralysen das wirkliche Gefühl sehr selten fehle, während die willkürliche Bewegung gewöhnlich erloschen sei, so ist er hier in einem höchst auffallenden Wahne begriffen. — Er sagt nämlich: „Sobald die vordere Marksubstanz einer Seitenhälfte des Rückenmarks an irgend einer Stelle, sei es durch Druck oder andere Ursachen, verhindert ist, den Willenseindruck weiter zu leiten, so wird dieser Willenseindruck keine Bewegung mehr hervorrufen. — Aber, wenn eine Seitenhälfte der hinteren weissen Substanz an irgend einer Stelle, sei es durch Druck oder andere Ursachen, verhindert ist, dem Gehirn die, unter der Stelle des Hemmnisses erhaltenen Eindrücke, (direct) mitzutheilen, so können dennoch, diese Eindrücke auf zwei andere Weisen sich dem Gehirne mittheilen, einmal, indem sie sich, durch die substantia gelatinosa hindurch, derjenigen massa medullaris postica, welche über der Stelle des Hindernisses liegt, mittheilen, und zweitens: können diese Eindrücke sich von der einen substantia gelatinosa auf diejenige der andern Seitenhälfte fortpflanzen.

VAN DEEN hat hier eine merkwürdige Gedankenverwirrung entwickelt. — Wenn ein Hinterstrang krankhaft und zur Func-

*) Führen wir, zum besseren, sicheren Verständniss, v. DEEN's eigne Worte an: „tandis, que la volonté ne passe de devant en arrière que séparement par chaque substantia medullaris antica, le sentiment réel, outre qu'il ce répand de derrière en avant par chaque substantia medullaris postica, peut encore se communiquer d'un des côtés à l'autre, moyennant la substantia gelatinosa.“ pag. 88. — Es heist das wahrhaft ein Spiel mit der Wissenschaft getrieben.

tion unfähig ist, so ist doch jedenfalls diejenige hintere Nervenwurzel, welche mit diesem krankhaften Theile in Verbindung steht, ebenfalls unfähig zu ihrer Function. Daraus folgt also: dass alle diejenigen Theile, welche von der einen hinteren Nervenwurzel vor der Krankheit ihr Gefühl und ihre Empfindlichkeit erhielten, jetzt, nach Entstehung der Krankheit, ihr Gefühl, ihre Empfindlichkeit verloren haben. — Es wird also kein Reiz, auf diese Theile angebracht, im Stande sein, ein Gefühl zu bewirken, während auf jede andre Stelle des Körpers, deren Nerven aus nicht erkrankten Stellen des Rückenmarks entspringen, jeder angewandte Reiz noch die normale Empfindung erzeugen wird, vorausgesetzt, dass die supponirte Krankheit nur an einer bestimmten Stelle der hinteren weissen Substanz hafte. — Ferner: Wenn die vordere weisse Substanz an irgend einer Stelle krank ist, so muss es auch nothwendig die mit dieser Stelle zusammenhängende vordere Nervenwurzel sein. Brachte also die Krankheit die Function der vorderen Marksubstanz zum Erlöschen, so ist damit auch die Function der einen vorderen Wurzel erloschen. — Der Wille wird also nicht mehr im Stande sein, diejenigen Bewegungen zu erzeugen, welche von der einen vorderen Wurzel bewirkt werden. Aber er wird im Stande sein, alle übrigen Bewegungen zu erzeugen, vorausgesetzt, dass die Krankheit nur an der einen Stelle der vorderen Marksubstanz haftete.

Auf solche Weise sehen wir also locale Anästhesieen, und locale Paralysen, bei übrigens fortbestehender ungestörter Empfindung und Bewegung sämmtlicher übrigen Körpertheile, und dass wir solche durch das Experiment genau erzeugen können, das beweisen alle unsre bisherigen Erörterungen.

van Deen hat also hier zuerst gänzlich übersehen, dass er die Empfindung solcher Theile, deren Nerven unversehrt

sind in ihrer Verbindung mit dem Rückenmark, mit der Empfindungs-Empfänglichkeit derer confundirt, deren Nerven in ihrer Verbindnng mit dem Rückenmarke eine Störung erlitten haben. — „Wenn, z. B.“ sagt van Deen pag. 89: „die substantia medullaris postica dextra in der Gegend des 3ten Wirbels durchgeschnitten ist, ohne dass die substantia gelatinosa daselbst zerstört wurde, so wird ein auf die Hinterpfoten angebrachter Reiz sehr wohl von dem Thiere gefühlt werden, sei es nun, dass das Gefühl sich durch die substantia gelatinosa derselben Seite zu der substantia medullaris derselben Seite, über die Wunde hinaus fortpflanzt; sei es, dass der Eindruck auf die rechte Hinterpfote sich durch die substantia gelatinosa der rechten Seite zu der substantia gelatinosa der linken Seite und von hier zu der substantia medullaris postica sinistra fortpflanzt*).

Hier hat also van Deen nicht solche Theile und Nerven gereizt, deren Rückenmarkssubstanz (weisse) zur Action unfähig ist, sondern solche, deren Function fortbesteht. — van

*) van Deen bringt hier einen Satz vor, der nothwendig eine jede Distinction der Empfindungen läugnet. Denn wenn ein Reiz auf die rechte hintere Hälfte des Rückenmarks oder die entsprechenden Nerven die genau bestimmte Empfindung von der Oertlichkeit des Reizes giebt, weil die bestimmte stärkere Reizung der einen Stelle zugleich die gesammte Masse des Rückenmarks (nur schwächer) verändert, und hierdurch dem Gehirn der Reiz zugeleitet wird — so muss also jeder Reiz an einer andern Stelle auch gerade an dieser stärker sein als an den übrigen Stellen des Rückenmarks, um eben das Gefühl der Oertlichkeit zu geben. — Wenn aber, nach van Deen, ein Reiz auf den rechten Hinterstrang unter dem Schnitt, dadurch zum Bewusstsein gelangen könnte, dass er über dem Schnitt vom linken Hinterstrang ausschliesslich zum Gehirn geführt würde, so müsste dieser Reiz nothwendig dieselbe Empfindung machen, als hätte er ursprünglich nur auf den linken Hinterstrang, und nicht auf den rechten gewirkt; und dieses wäre doch absurd. — Also auch aus diesen Gründen zeigt sich van Deen's Lehre schon als eine falsche, wenn es nicht schon direct durch das Experiment bewiesen wäre, dass sie durchaus grundlos ist.

Deen denkt aber nicht daran, dass, durch die von ihm herbeigeführte Verletzung nur die eine hintere Nervenwurzel in ihrer Action gestört ist, welche an der Stelle des Schnitts in die substantia medullaris postica aus letzterer entsprang, oder mit ihr zusammenhing. — Nur die von dieser Nervenwurzel versorgten Theile sind jetzt unempfindlich geworden, während alle übrigen, also auch die der Hinterpfoten, noch fort functioniren, wie wir das wiederholt erklärt haben. Es stellt sich sonach die ganze Lehre van Deen's über die Leitung und den Gang des Nervenprincips in der weissen Marksubstanz des Rückenmarks, als eine irrthümliche heraus. — Weit entfernt davon, dass die vordere weisse Substanz von oben nach unten und von aussen nach innen (zur vorderen grauen Substanz) leite, den Willenseinfluss fortführe, wird vielmehr diese Substanz erst secundär von der vorderen grauen erregt, direct von innen nach aussen, nicht der Länge nach von oben nach unten oder umgekehrt, — wie unsre Versuche bewiesen haben. Was van Deen der weissen Substanz zutheilt, das kommt der grauen zu, denn ohne vordere graue Substanz, d. h. ohne deren ungestörten Zussammenhang wird kein Willenseinfluss in das Rückenmark unter dem Schnitt geleitet, wohl aber bei unversehrter grauer und durchschnittener weisser Substanz.

Fernerhin kommt die von van Deen der hinteren weissen Substanz zugetheilte Eigenschaft der hinteren grauen Substanz zu. Denn: ist der Zusammenhang der letzteren auf beiden Seitenhälften getrennt, so wird keine Empfindung von unten her über den Durchschnitt geleitet. Ist nur eine Hälfte getrennt, so leitet die andre Hälfte neben dem Schnitt auf die von uns oben erörterte Weise den Eindruck von unten her auf die graue Substanz über dem Schnitt. — Dagegen kann die weisse Substanz gänzlich getrennt sein, auf beiden hinteren Hälften des Rückenmarks, und die Empfindung wird trotz dem von allen Theilen unter dem Schnitt zum Gehirn geleitet; während nach gänzlicher Trennung der hinteren grauen Sub-

stanz beider Seitenhälften nicht die mindeste Empfindung nach dem Gehirn geführt werden kann, von den unter dem Schnitt gelegenen Theilen, auch wenn die hintere weisse Substanz durchaus unverletzt ist. — Somit wären die Unrichtigkeiten der v. DEEN'schen Behauptungen erörtert und erklärt. — Was dessen Lehre über den Gang des Nervenprincips bei der Empfindung betrifft, so werden wir später davon reden.

Eben so unrichtig, als das vorher Mitgetheilte, ist daher auch VAN DEEN's Schluss, pag. 90, dass zur Aufhebung der willkürlichen Bewegung nur ein Hinderniss für die Fortpflanzung des Willenseindrucks in der vorderen weissen Substanz einer Seite Statt zu finden brauche; während er — zur Aufhebung der Empfindung — ganz richtig die Unterbrechung der Action der substantia medullaris postica und der hinteren grauen Substanz beider Seiten verlangt, nur hat er über die Action jeder dieser Substanzen entgegengesetzte Ansichten als wir.

Eine eben so absurde Ansicht, wie über den Gang der willkürlichen Bewegung, giebt VAN DEEN pag. 90 über die Mittheilung des Willens von einer Seitenhälfte des Rückenmarks zur andern. Er sagt: „die Hemiplegie lässt uns deutlich sehen, dass der Eindruck des Willens sich nicht von einer Seite zur andern fortpflanzen kann, also nicht von der linken zur rechten, und umgekehrt, weder durch die substantia medullaris antica noch durch die substantia spongiosa.“ Hier hat VAN DEEN durchaus übersehen, dass bei der Hemiplegie folgende drei Fälle Statt finden können:

1.) Die vordere graue Substanz der einen (gelähmten) Seitenhälfte des Rückenmarks ist in ihrer Action (durch Organisationsstörung etc.) verhindert, also sie wird den Eindruck, selbst wenn er von der andern Seitenhälfte des Rückenmarks her zu ihr gelangte, nicht weiter fortpflanzen, nicht auf die weisse vordere Substanz, nicht auf die vorderen Wurzeln dieser Seite.

2.) Die vordere weisse Substanz der (gelähmten) einen Seitenhälfte des Rückenmarks ist in ihrer Organisation und Function gestört, also unfähig die von der grauen Substanz ihr mitgetheilten Eindrücke des Willens auf die mit ihr verbundenen motorischen Nerven weiter fortzupflanzen; mögen nun jene Eindrücke von der grauen Substanz der gelähmten oder der noch gesunden Seitenhälfte des Rückenmarks bis zur kranken und zur Function unfähigen weissen vorderen Substanz hingeführt worden sein. — Aus beiden Fällen geht weiter nichts hervor, als dass die Nerven der einen Seite, weder direct noch indirect durch den Willen erregt werden können, nicht aber, dass die Eindrücke des Willens von einer Seitenhälfte zur andern sich nicht mitgetheilt hätten.

3.) Die motorischen Nervenwurzeln der einen Seitenhälfte sind allein erkrankt, und zu ihrer Function unfähig. In diesem Falle mögen die stärksten Willenseindrücke direct oder indirect in die Rückenmarkshälfte der erkrankten Seite gelangen, so werden dieselben nicht zur Aeusserung kommen; denn das Organ dazu, die agirenden Nerven, fehlen gleichsam. Man kann also nichts weiter daraus schliessen, als Krankheit der Nervenwurzeln, die wir eben so durch's Experiment erzeugen können; man kann daraus nicht schliessen, dass der Willenseinfluss nicht die vordere graue oder weisse Substanz errege. — Wie aber nun gar VAN DEEN eine Krankheit des Rückenmarks, welche letzteres an seiner Action verhindert, eben so als sei seine eine Seitenhälfte gar nicht mehr vorhanden, also auch alle seine motorischen Nervenwurzeln durchgeschnitten, wie, sagen wir, VAN DEEN eine motorische Krankheit des Rückenmarks, dessen eine Hälfte dadurch ausser Thätigkeit gesetzt worden ist, als einen Beweis anführen kann für den Satz, dass der Eindruck der Willkür nicht von der einen zur andern Seitenhälfte übergehen könne, das ist rein unbegreiflich. — Wir haben ausserdem bei dem Versuche XXV.,

auf den sich van Deen bezieht, positiv das Gegentheil der van Deen'schen Behauptungen nachgewiesen.

Ueber das Fortbestehen der Reflexbewegung bei Unmöglichkeit der willkürlichen Bewegung hat van Deen sich nicht genauer geäussert. — Wir dürfen annehmen, dass, so lange ein Glied zu Reflexbewegungen fähig ist, und das Rückenmark, vom Insertionspunkte der unversehrten Nerven für jenes Glied an bis zum Gehirn, mindestens auf einer Seitenhälfte, unverletzt ist, der Wille seine Kraft auf alle Theile des Gliedes ausüben könne. Dass dagegen, sobald eine hinreichende Störung im Rückenmark, und unmittelbar an der Insertions-Stelle der Nervenwurzeln für jenes Glied Statt findet, in der vorderen grauen oder vorderen weissen Substanz, bei unversehrten Nervenwurzeln, — der Wille keinen Einfluss mehr auf jenes Glied äussern kann, — mag nun die andre Seitenhälfte des Rückenmarks, mögen alle Theile über oder unter jener krankhaften Stelle vollkommen normal sein.

Warum aber bei demselben Zustande des Rückenmarks die Reflexbewegung fortbestehen und willkürliche Bewegung nicht bewirkt werden könne, da doch das Wesen der Action beider dasselbe ist, beide Actionen durch dieselben Substanzen des Rückenmarks vermittelt werden, das ist bis jetzt noch unerklärt. — Vielleicht lässt es sich daher ableiten, dass die verschiedenen Primitivfasern der Nerven verschiedene Functionen haben, dass die eine Faser die willkürliche Bewegung leitet, durch ihre Verbindung mit solchen Theilen der grauen und weissen Rückenmarkssubstanz, auf welche der Wille zu Bewegungen vorzugsweise wirkt, und die andre Faser, durch irgend eine andre unbekannte Verbindung vorzugsweise mit den Theilen des Rückenmarks, welche die Empfindungen von der Peripherie her aufnehmen, für die Erzeugung der Reflexbewegungen bestimmt ist. — In diesem Falle müssten wir alsdann auch unter den sensitiven Nervenfasern verschiedene annehmen, solche, welche die einfache Empfindung vermitteln,

und solche, welche auf die motorischen Nervenfasern die dem Willenseinflusse nicht untergeben sind, zur Bewegung = Reflexbewegung, wirken. — Ob diese beiden Classen von Bewegungen durch verschiedene Gattungen von Nervenfasern bewirkt werden, ist zwar durch anatomische Untersuchung noch nicht nachgewiesen; indessen weisen vielleicht die verschiedenen Insertionspunkte der Nervenwurzeln jeder Seite auf die Verschiedenheit ihr Function hin. Denn, bei genauer Untersuchung wird man finden, dass die Insertionspunkte der sensitiven Nervenwurzeln in der ganzen Länge des Rückenmarks keineswegs eine einzige gerade Linie bilden, eben so wenig die motorischen. Ihre Insertionspunkte bilden vielmehr Theile einer unregelmässigen Linie. Zieht man eine gerade Linie, in Gedanken, so sind die Insertionspunkte der Nerven sowohl diesseits als jenseits, als in dieser Linie selbst enthalten. — Doch über diese, so wie viele andre hierhergehörige Punkte werden wir ausführliche Untersuchungen in einer andern Schrift mittheilen.

Gehen wir nun zu dem zweiten Theile dieser Abhandlung über, in welchem van Deen eine schon in dem ersten behauptete Circulation des Nervenprincips zu erweisen sucht.

Zweite Abtheilung.

Fernere Beweise der Existenz einer Circulation der Nervenkraft im Rückenmarke.

XXXVII. „Oeffnet man einem Frosche den Wirbelcanal, und schneidet in der Gegend des 3ten Wirbels eine Rückenmarkshälfte ganz durch, bis zur linea intermedia, oder ein wenig darüber hinaus, so kann das Thier, nach einiger Zeit, mit beiden Hinterpfoten alle Arten von Bewegungen beinahe eben so gut als zuvor machen. In der einen Hinterpfote ist willkürliche, in der andern Reflexbewegung. (Es ist dies dasselbe Resultat, das wir bereits bei Versuch XXV.

gesehen haben.) Wenn man nun die letztgenannte Hinterpfote stark reizt, durch Kneipen, oder durch Betupfen mit ein wenig Schwefelsäure, sowird man deutlich sehen, dass das Thier den Schmerz fühlt. — Die Ausstreckung der Vorderpfoten, die starke Schliessung der Augen, und die Anstrengung, um sich dem Reize zu entziehen, sind hinreichende Beweise dafür."

Alles, was über diesen Versuch zu sagen ist, haben wir bereits bei XXV. mitgetheilt, und dahin müssen wir unsre Leser verweisen, um sich ein Urtheil zu bilden.

XXXVIII. „Hat man einem nach Vorschrift des vorhergehenden Versuchs präparirten Frosche, ausserdem noch die radices nervorum posteriores der Seite, auf welcher der Schnitt in's Rückenmark gemacht worden war, durchgeschnitten, so wird die Bewegung der einen Hinterpfote, deren hintere Nervenwurzeln durchgeschnitten sind, weniger vollkommen als die der andern Hinterpfote sein. — Reizung der ersteren Hinterpfote kann natürlich weder Reflexbewegung noch Gefühl hervorbringen."

Dieser Versuch ist richtig. Wir verweisen auf das Experiment XIII. der ersten Abhandlung, woselbst wir eine hierhergehörige Erläuterung gegeben haben. Eben so auf XXV.

XXXIX. „Beraubt man einen Frosch aller hinteren Wurzeln für die Nerven der beiden Hinterpfoten und des unteren Theils des Bauches, schneidet man hiernach eine Hälfte der medulla spinalis durch, z. B. die der linken Seite an der Stelle, von wo man die hinteren Wurzeln wegzunehmen angefangen hatte, so wird das Thier mit der einen Hinterpfote willkürliche (aber nicht lebhafte) Bewegungen machen, während es die andre ohne irgend eine Bewegung hinter sich her nachschleifen wird."

„Also ist die willkürliche Bewegung nicht im Stande, Reflexbewegung hervorzurufen. Dieses Factum, welches beweist, dass die willkürliche Bewegung, o h n e G e f ü h l keine Reflexbewegung bewirken kann, wird später zu ferneren Un-

tersuchungen Anlass geben, wenn wir erst an die Erklärung der circulatio vis nerveae gekommen sein werden."

Wir haben diesen Versuch viele Male wiederholt, und gefunden, dass derselbe von durchaus anderen Resultaten begleitet ist, als denen, die VAN DEEN beschreibt; daher müssen wir auch VAN DEEN's Folgerungen hieraus für eben so falsch erklären, wie dessen Angabe der Resultate dieses Experimentes.

Theilen wir daher genauer mit, was nach solchem Versuche*) eintritt: zuerst liegt der Frosch, erschüttert von den Schmerzen der Operation, ganz ruhig vor sich hin. Nach wenigen Minuten erholt er sich, und sucht mit seinen beiden Vorderpfoten sich vorwärts zu bewegen, wobei man keine Bewegung einer Hinterpfote, weder in der rechten noch in der linken gewahr wird. — Nachdem der Frosch einige vergebliche Bewegungen mit den Vorderpfoten gemacht hat, erneuert er seine Anstrengungen, und nach wenigen Minuten sieht man hierbei B e w e g u n g e n i n b e i d e n H i n t e r p f o t e n, doch aber sind dieselben stärker in der rechten Hinterpfote als in der linken (wenn die linke Seitenhälfte des Rückenmarks durchgeschnitten worden war). — Diese Bewegungen der Hinterpfoten zeigen sich anfangs oft nur als ganz leise Bewegung der Zehen, als Spannung der Schwimmhaut, während der Anstrengungen zum Vorwärtskommen. — Später, oft erst nach $^1/_4$ — $^1/_2$ Stunde zieht der Frosch, bei den Anstrengungen der Vorderpfoten, das rechte Hinterbein an den Leib an, während das linke entweder nur schwache Bewegungen der Zehen zeigt, und gar nicht gebeugt wird, oder doch ganz auffallend weniger an den Leib angezogen wird, als das rechte. — Will der Frosch nun vorwärts, so sieht man w i e e r b e i d e H i n t e r-

---

*) Bei Wiederholung dieses Versuchs rathen wir lebhafte männliche Frösche zu benutzen, nicht weibliche, deren Eileiter und Eierstöcke sie bei Bewegungen nach dieser Operotion zu schwerfällig machen.

pfoten energisch ausstreckt, die linke Hinterpfote wird hierbei eben so energisch ausgestreckt als die rechte; sie wird oft so gespannt und steif, als wäre sie tetanisch. — Wenn aber die Anstrengung zur Vorwärtsbewegung aufhört, so wird die rechte Hinterpfote an den Leib angezogen, während die linke sich schlaff zeigt und nicht an den Leib angezogen wird; sie bleibt vielmehr ausgestreckt liegen, nur ohne Spannung. — Bald erneuert der Frosch seine Versuche zum Vorwärtskommen, und alsdann sieht man, dass er beide Hinterpfoten an den Leib anzieht, nachdem sie ausgestreckt worden waren aber die linke viel weniger als im Normalzustande. — Dagegen wird die rechte Hinterpfote gewöhnlich weit stärker angezogen als im Normalzustande, dergestalt, dass sie oft über die Vorderpfote hinausreicht, und sehr häufig deren Zehen über dem Oberarme (der Vorderpfote) derselben Seite herliegen. — Endlich werden die Bewegungungen des Thieres, nach Verlauf von 1 — 2 Stunden nach der Operation*) sehr lebhaft, und alsdann sieht man, wie, bei einem Versuche zum Sprung, das Thier sich gewöhnlich von der linken Seite zur rechten (in unserm Versuche; und umgekehrt, wenn die rechte Seitenhälfte des Rückenmarks durchgeschnitten worden war) überschlägt, und auf den Rücken fällt. — Es streckt sich nämlich das linke Bein früher bei dem Sprung, als das rechte, da jenes nicht so an den Leib angezogen war als dieses. Darum verliert die linke Seite ihre Stütze, während die rechte nach vorwärts gestossen wird; hierbei sieht man, während der heftigen Anstrengungen des Frosches, das linke Bein mit grosser Energie ausgestreckt und gespannt; liegt

*) Um die Functionen des Rückenmarks nach dieser (wie nach so vielen andern) Operationen möglichst ungeschwächt zu erhalten, nähe ich die Haut über dem geöffneten Wirbelcanal wieder zusammen, um das Rückenmark dadurch einigermaassen zu schützen, und Complicationen des Versuchs zu entfernen.

nun das Thier auf dem Rücken, so bleibt es oft so längere oder kürzere Zeit ruhig liegen, endlich aber arbeitet es sich mit den Vorderpfoten, und den beiden Hinterpfoten wieder auf die Bauchseite, was oft mit grosser Leichtigkeit geschieht. — Daher haben wir wiederholt die Bemerkung gemacht, dass das Thier die linke Hinterpfote zuerst gerade ausstreckt, und nachher erst die übrigen Pfoten an den Bewegungen Theil nehmen*).

Nach Verlauf einiger Zeit sehen wir die Bewegungen des Thiers immer vollkommener werden, und so haben wir mehrere solche Frösche mit grosser Energie einen oder zwei Sprünge vorwärts machen sehen, spätestens bei'm dritten Sprung aber überschlugen sie sich, und fielen auf den Rücken**). Bei andern trat das Hüpfen nicht ein; wir sahen aber niemals, dass die beiden Hinterpfoten, auch wenn das Hüpfen noch so energisch geschah, gleich stark an den Leib angezogen wurden. Immer war die rechte zu weit nach vorn angezogen, und die linke nicht stark genug an den Leib angezogen, so dass der Hinterkörper schief war, und gleichsam das Bild einer Scoliose darstellte, das Bild einer „hohen Hüfte."

Aber auch wenn ausser den Fröschen, die hüpften, und dadurch also auf das Evidenteste zeigten, dass beide Hinterpfoten zu gleicher Zeit in Spannung und Streckung, und zu gleicher Zeit in Erschlaffung und Beugung versetzt würden, andre wieder nicht hüpften, so sah man doch an allen diesen dieselben Phänomene, nur weniger stark ausgedrückt bei dem ein-

---

*) Ein neuer Beweis für das von uns bei XXV. schon mitgetheilte Factum, dass der Wille auf einen Theile des Rückenmarks unterhalb des Queerdurchschnitts in eine Seitenhälfte vorzugsweise oder ausschliesslich wirken könne.

**) Diesen Umstand sehen wir stets, wenn wir einem Frosche die hinteren Wurzeln für die Nerven der Hinterpfote nur einer Seite durchschneiden. Alsdann zeigen sich genau dieselben Symptome wie im vorliegenden Experimente.

fachen Fortkriechen. Beide Vorderpfoten wurden wie gewöhnlich bewegt, dabei die rechte Hinterpfote eben so stark von dem Leibe abgestossen wie die linke, = erstes Moment; ruhte der Frosch von dieser Bewegung aus, so wurde das rechte Bein sehr stark an den Leib angezogen, aber auch zugleich das linke gebeugt und angezogen, wenn gleich oft viel weniger als das rechte = zweites Moment, der Ruhe.

Näherte man sich dem Thiere mit der Hand etc., und es suchte zu entfliehen, so sah man, als erste Bewegung, ein stärkeres Anziehen beider Hinterpfoten zu gleicher Zeit, gleichsam eine Vorbereitung zum Sprung, ein Sich fertig halten. Freilich wurde auch hierbei die linke Hinterpfote weniger angezogen als die rechte; aber das Anziehen jener konnte keinem Zweifel unterliegen*).

Diese Resultate stimmen also durchaus gegen die von van Deen angeführten. Es kann hier bei unsern Versuchen nicht wohl von einer Täuschung, oder einer unrichtig ausgeführten Operation die Rede sein. — Vielmehr glauben wir, dass van Deen diesen Versuch nicht schonend genug gemacht, den unteren Theil des Rückenmarks gequetscht oder zu sehr gezerrt, oder sonst wie beeinträchtigt hat. Wir sind darum überzeugt, dass derselbe, bei genauer und vorsichtiger Wiederholung dieses Versuchs, die Falschheit seiner Angaben einsehen, und solche öffentlich widerrufen wird**).

*) Wir legen die so operirten Thiere auf eine grosse porcellanene Platte oder Schüssel, die ein wenig Wasser enthält; legt man die Thiere auf einen trockenen Tisch, oder auf den Boden, so klebt ihre Haut an, und die Hinterpfoten werden dadurch zu sehr an den Bewegungen gehindert. Daher jene Vorsichtsmaassregel wohl zu beachten ist.

**) Wir glauben, dass in van Deen's Versuchen das Rückenmark zu sehr beleidigt wurde. — Auch könnte eine andre Ursache zum Misslingen dieses Versuches eintreten. Wenn nämlich die hinteren Wurzeln durchschnitten werden, kann leicht eine oder die andre der vorderen Wurzeln mit durchschnitten werden. Wir führen die Operation gewöhnlich in der Art aus, dass wir mit einer feinen Pinzette

So wie aber die Erscheinungen also in anderer Weise auftreten, so fallen auch VAN DEEN's Schlüsse daraus über den Haufen. Weit entfernt also, dass dieser Versuch zeige, wie der Wille zur Erzeugung von Reflexbewegungen ausser Stande sei, beweist gerade dieser Versuch das Gegentheil der VAN DEEN'schen Behauptung. — Wir sehen also, blos durch den Willenseinfluss alle die Bewegungen entstehen, die wir auch ohne den Willen, aber vermittelst der sensitiven Nervenwurzeln, unter andern Umständen hervorrufen können.

In diesem Umstande mögen wir einen fernern Beweis für unsre früher gegebenen Erörterungen über willkürliche etc. Bewegung finden, dass der Eindruck jedes Willens ein allgemeiner, auf die Gesammtmasse des Rückenmarks ist, unabhängig von sensitiven Nervenwurzeln; dass durch den Willen alle Bewegungen, auch ohne sensitive Wurzeln, auf demselben Wege, in derselben Weise erzeugt werden, eben so stark, eben so nachhaltig, nur begreiflicher Weise, wegen Mangel des Gefühls nach entfernten hinteren Nervenwurzeln, weniger zweckmässig — als wenn das Rückenmark selbst unversehrt (nicht an einer Seitenhälfte durchschnitten), und als wenn die hinteren Nervenwurzeln ebenfalls unverletzt seien. — Und dass Alles dies durch eine, uns noch nicht bekannte anatomische Anordnung für Coordination der Bewegungen in jeder Abtheilung des Rückenmarks, aus welcher ein Nervenpaar entspringt, entstehen müsse, haben wir bei XXV. schon genauer auseinandergesetzt. Interessant ist bei diesen Versuchen zu sehen, wie also die Beugung der Hinterpfoten, nach einem

---

die zwei dicksten Wurzeln ein wenig seitwärts an den Schnittrand der Wirbel schieben, dann mit der Scheere aufnehmen und durchschneiden. Hierauf ziehen wir mit der Pinzette das am Rückenmark sitzende Ende einer dieser Wurzeln zur andern Seite, und dadurch werden die übrigen hintern Wurzeln ein wenig angespannt, und genau erkennbar; wir fassen dann auch diese, eine nach der andern, mit der feinen geraden Augenscheere, und schneiden sie von unten nach oben bis zum 4ten Wirbel hin (also auch die hintere Wurzel für die Bauchtheile) durch.

Sprung, im Moment der Ruhe, — wie also das Gegentheil der Streckung, — nicht die Folge der gewöhnlich sogenannten „Reflexbewegung“ ist, sondern eine Reflexbewegung ganz anderer Art, die wir mit dem Namen des centralen Reflexes (im Gegensatz zu jener, als peripherischen Reflexbewegung, weil sie nicht ohne die sensitiven Nerven und also ohne die von der Peripherie aus wirkenden Einflüsse gedacht wurde) benannt haben (Roser's und Wunderlich's Archiv 1. Bd.).

Wir sehen, wie durch Vermittelung des Rückenmarks zwei Arten von Bewegungen erzeugt werden: Beugung und Streckung. Eine jede kann willkürlich erzeugt werden, gewöhnlich aber ist die willkürliche Bewegung eine Streckung; die Beugung muss durch die anatomische Anordnung im Rükkenmarke selbst präformirt, oder vorzugsweise begünstigt sein.— Denn, wenn der Wille, z. B. zum Hüpfen, aufhört, so beugt sich die Hinterpfote, sicher ohne den Willenseinfluss. Also das Rückenmark selbst, wenn es nicht durch den Willenseinfluss zur entgegengesetzten Action bestimmt wird, bewirkt die Beugung der Glieder = Ruhe des Gliedes = Contraction der Beugemuskeln, vorherrschend über die der Streckmuskeln.

So sehen wir also auch hier in den Organen, die so vorzugsweise Werkzeuge der willkürlichen Bewegung sind, ein Gesetz herrschen, das wir in so vielen, ja in allen sich bewegenden muskulösen Theilen des Körpers gewahr werden, das ist: der Antagonismus zwischen Beugung und Streckung, Verengerung und Erweiterung, Spannung und Erschlaffung etc.— So sehen wir einige Sphincteren durch den Willen bald geschlossen, bald geöffnet, meistens aber, wenn der Wille nicht wirkt, geschlossen, (After, Blasenhals, Speichel- und Thränenausführungsgänge mancher Menschen), andre umgekehrt (Stimmritze). — So ist der Mund, wenn der Wille im Allgemeinen thätig ist, gewöhnlich in Contraction, verengert; dagegen im Schlafe, bei Gedankenlosigkeit offen, und schlaff. — So sehen wir an der Iris das Spiel der Contraction und Expan-

sion. Im Schlafe ist sie sehr contrahirt; bei'm Wachen, wie bei'm scharfen Sehen, namentlich in die Ferne, erweitert, u. s. w. — Wir sehen also bei allen diesen Theilen — und die weitere Ausführung muss einem andern Orte verspart bleiben — durch den Willen Veränderungen, Bewegungen erzeugt, die ohne Willenseinfluss sich von entgegengesetzter Art zeigen. Dass aber bei den willkürlichen Bewegungen, Streckungen und Beugungen der willkürlichen Muskeln die sensitiven Nerven durchaus nicht als unerlässliche Bedingungen zu betrachten seien, das geht aus dem Versuche selbst zur Evidenz hervor.

XL. „Hat man die vorderen Nervenwurzeln einer Hinterpfote, z. B. der linken, durchgeschnitten, nicht aber die hintern, hat man alsdann die rechte Seitenhälfte des Rückenmarks (an welcher man keine Nervenwurzeln durchschnitten hat, weder hintere noch vordere) gänzlich durchgeschnitten, genau an der Stelle, wo man mit dem Durchschnitt der vorderen Nervenwurzeln für die Hinterpfote der andern Seite begonnen hatte, so wird das Thier ein vollkommenes Gefühl behalten, sowohl in der rechten, wie in der linken Hinterpfote. Reizt man die beiden Hinterpfoten, und zwar jede einzeln, so wird das Thier deutlichen Schmerz verrathen. Dieser zeigt sich noch deutlicher, wenn man, während man das Thier mit zwei Fingern hinter den Hinterpfoten hält, plötzlich eine der Hinterpfoten mit ein wenig Schwefelsäure betupft. Die starke Ausstreckung der Vorderpfoten, die starke Retraction der Augen (s. Vers. XXXVII.) offenbaren alsdann einen sehr heftigen Schmerz*)."

*) VAN DEEN sagt in einer Anmerkung, er habe früher das Schreien (gémissement) der Frösche für ein Zeichen von Schmerz gehalten. — Er habe dieses Schreien früher bei zwei Fröschen gehört, und auch bei diesen Versuchen habe er einen gefunden, der bei der leichtesten Berührung geschrieen hätte, mochte man die rechte Hinterpfote, oder jeden andern Theil des Körpers reizen. — Auch

„Reizung der rechten Hinterpfote ruft ausserdem noch Reflexbewegung dieser Pfote hervor. Diese Reflexbewegung der rechten Hinterpfote kann durch Reizung der linken Hinterpfote im Anfange, kurze Zeit nach obengenannter Operation, nicht hervorgerufen werden; später aber, nnd besonders wenn man das Thier köpft, kann diese Bewegung gewöhnlich bewirkt werden. Ich werde später Gelegenheit zur Erklärung dieses Symptoms finden. Reizt man die Vorderpfoten, während man das Thier hinter jenen festhält, so werden die Aeusserungen des Schmerzes im Kopfe und den Vorderpfoten auftreten, aber die Hinterpfoten werden unbeweglich bleiben. — Dieser letztere Umstand diente stets als Beweis, dass die Rückenmarkshälfte einer Seite vollständig durchgeschnitten, und die vorderen Nervenwurzeln auf der anderen vollständig entfernt waren."

„Hat man den Kopf hinter dem Trommelfell abgeschnitten, und lässt das Thier einige Minuten ruhig auf dem Tische liegen; so wird Reizung der rechten Hinterpfote Reflexbewegung der Vorderpfoten hervorrufen, und es ist merkwürdig, dass gewöhnlich diese Bewegung zuerst in der rechten Vorderpfote, und hiernach erst in der linken sich zeigt."

---

wir haben dieses Schreien verschiedene Male gehört. Nur waren wir nicht so glücklich, wie van Deen, es gerade bei diesem Versuche gehört zu haben. Es ist ein gellender, sehr lauter, durchdringender Schrei, nicht tief, sondern im Gegentheil sehr hoch, dem f der 4ten Octave etwa gleich; dieser Schrei ist äusserst widrig, und hält wohl zwei bis drei Secunden an, dabei sperrt der Frosch das Maul ein wenig auf, und zieht den Nacken ein, setzt sich sogar manchmal mit den Vorderpfoten dabei hoch in die Höhe, als wollte er sich zur Wehre stellen. Wir haben diesen Schrei, unter mehr als tausend Fröschen, welche wir seit einigen Jahren zu unsern Versuchen benutzten, nur vier Mal gehört, von männlichen und weiblichen Fröschen; und er schien uns sowohl ein Zeichen von Schmerz, wie eine Aeusserung der Wuth zu sein. Denn einige schrieen, ohne durch eine Verletzung in Schmerz versetzt zu sein, bei bloser Berührung.

„Reizt man die linke Hinterpfote, so entsteht Reflexbewegung in der rechten Hinterpfote, und in beiden Vorderpfoten; reizt man die Vorderpfoten, so entsteht Reflexbewegung in diesen, und nicht in den Hinterpfoten.“

Wir haben die hier beschriebenen Resultate dieses Versuchs, bei einer grossen Anzahl der sorgfältigsten Wiederholungen desselben, in der Hauptsache falsch gefunden. Wir beschreiben hier unser Verfahren genau, was van Deen unterlässt, denn wir glauben, dass die Art und Weise der Ausführung des Versuchs bei van Deen Ursache war, dass er die unrichtigen Resultate erhielt.

Wir öffnen nämlich bei diesem Versuche den Wirbelcanal nicht von hinten her, sondern von der Bauchhöhle aus, — Es ist fast nicht möglich, ohne grosse Beeinträchtigung des Rückenmarks und der sensitivrn Nerven die unter ihnen verborgen liegenden motorischen Nervenwurzeln isolirt gehörig durchzuschneiden. — Das Rückenmark und die sämmtlichen Nervenwurzeln werden dabei zu sehr gezerrt und gedrückt, dadurch zur Function unfähig, oder doch sehr geschwächt. — Sind aber die Wirbelkörper von der Bauchhöhle aus (vom 3ten Wirbel an nach unten) weggenommen, auf die oben von uns beschriebene Weise, so liegen die vorderen Nervenwurzeln unbedeckt vor unsren Augen, und wir können sie durchschneiden, ohne die sensitiven hinteren Wurzeln zu beeinträchtigen. — Unser Verfahren ist alsdann folgendes: Zuerst schneiden wir die eine Seitenhälfte des Rückenmarks mittelst eines eingestochenen Messerchens (siehe Vers. XXV.) auf das Genaueste durch, bis zur Mittellinie, gesetzt es sei die rechte; hiernach nehmen wir auf der andern Seite die fünf oder sechs unteren vorderen Nervenwurzeln weg, indem wir sie mit einer feinen geraden Augenscheere, eine nach der andern mit der grösten Vorsicht, ohne das Rückenmark zu verletzen, aufnehmen und durchschneiden, und setzen dann den Frosch auf einen Teller, oder auf den Tisch:

Alsdann sehen wir manche der so operirten Frösche ruhig liegen bleiben, andre aber machen augenblicklich, so wie sie los gelassen sind, mit beiden Vorderpfoten, und der rechten Hinterpfote die stärksten Bewegungen zum Vorwärtskriechen, und kriechen wirklich, indem sie sich mit der einen Hinterpfote sehr energisch fortstossen, oft weite Strecken vorwärts.

Wenn die linke Hinterpfote mit einer Pinzette ein wenig gekneipt, oder mit ein wenig Essigsäure betupft wird, und zwar unmittelbar nach der Operation, so entsteht augenblicklich*) sehr starke Bewegung nicht allein der andern Hinterpfote, sondern auch beider Vorderpfoten. — VAN DEEN's Angabe, dass nicht gleich oder kurze Zeit nach der Operation diese Reflexbewegung hervorgerufen werden könne, ist deshalb falsch.

Berührt man eine Vorderpfote, mit der Pinzette kneipend, oder sie mit ein wenig Essigsäure betupfend, so bewegen sich nicht allein beide Vorderpfoten, und der Kopf, sondern die rechte Hinterpfote zeigt die stärksten Reflexbewegungen — und das Thier sucht mit aller Kraft zu entfliehen. — VAN DEEN's andere Angabe, dass sich bei Reizung der Vorderpfoten nur diese und der Kopf, nicht aber die Hinterpfoten bewegten, („celles de derrière“ (pattes sc.) „demeureront immobiles“) ist deshalb ebenfalls durchaus falsch**). —

---

*) Und wenn VAN DEEN die Bewegung nur erst eine Zeit lang nach der Operation hervorzurufen im Stande war, so kennen wir davon den wahren Grund. Macht man nämlich den Schnitt durch die Rückenmarkshälfte zuerst, und nachher durch die Nervenwurzeln, so erholt sich das Rückenmark von der durch ersteren Schnitt bewirkten Erschütterung, die es momentan zu jeder Action unfähig macht. Dagegen ist es unfähig zur Action auf kurze Zeit nach dem Versuche, wenn man erst die Nerven, und dann die Seitenhälfte desselben durchschneidet.

**) VAN DEEN hält daher die Unbeweglichkeit beider Hinterpfoten bei Reizung der Vorderpfoten, mit demselben Unrecht für die Folge

Nur in der einen Angabe, dass nämlich die Empfindung in beiden Hinterpfoten noch unversehrt bleibt nach diesem Versuche, stimmen unsre Resultate mit den Angaben VAN DEEN's; doch ist der Umstand, dass der Durchschnitt einer Seitenhälfte des Rückenmarks das Gefühl in der Hinterpfote derselben Seite nicht aufhebt, eine (aus dem Exp. XXV.) längst ausgemachte Thatsache, und bedurfte nicht der besondern Erwähnung hier.

Nach dem Köpfen haben wir folgende Erscheinungen beobachtet: Reizung der rechten Hinterpfote mit der Pinzette, oder Essigsäure' brachte oft nur Reflexbewegungen in dieser allein, oft zugleich Bewegung des ganzen Vorder-Rumpfs (also auch beider Vorderpfoten) hervor, gleichsam als empfände derselbe den Schmerz d. h. er machte ganz die Bewegungen, wie bei einem nicht geköpften Frosche, — der Rücken zog sich ein, der Rumpfdurchschnitt dagegen bog sich in die Höhe. — Dass aber die rechte Vorderpfote sich zuerst, und nachher die l i n k e bewegt hätte, nach Reizung der rechten Hinterpfote, wie VAN DEEN angiebt, haben wir niemals beobachtet. — Reizung der linken Hinterpfote bringt augenblicklich Reflexbewegung der rechten Hinterpfote, beider Vorderpfoten, und des ganzen vorderen Rumpftheils hervor. In dieser Hinsicht stimmen unsre Beobachtungen mit den Angaben VAN DEEN's. — Reizt man eine Vorderpfote, so entstehen in ihr und der andern Vorderpfote, z u g l e i c h a b e r a u c h i n d e r r e c h t e n H i n t e r p f o t e Reflexbewegungen; ein Factum, was wiederum VAN DEEN's Angaben der Unrichtigkeit bezeiht, indem derselbe behauptet, dass keine Bewegung der Hinterpfoten noch Reizung der Vorderpfoten entstehe.

---

der vollkommenen Theilung der Rückenmarkshälfte, und des völligen Durchschnitts der vorderen Nervenwurzeln der andern Seite.

Wir theilen unsre Resultate nur aus solchen Versuchen mit, die als vollgültig richtig betrachtet werden mussten; Bewegung der linken Hinterpfote sahen wir natürlich nicht ein einziges Mal.

Unsere Versuche haben uns also dieselben Resultate gegeben, welche wir, nach allen bisherigen Erfahrungen schon a priori aus der angebrachten Verletzung nach Vorschrift des Versuches hätten schliessen müssen. — Wir wussten aus Vers. XXV., dass Durchschnitt einer Rückenmarkshälfte, weder willkürliche Bewegung noch Empfindung in der Hinterpfote derselben Seite aufhebt. — Wir wussten aus früheren Versuchen, dass Durchschnitt der vorderen Wurzeln allein die Bewegung des Gliedes aufhebt, aber die Empfindung und alle übrigen Actionen des Rückenmarkstheiles ohne Beeinträchtigung lässt. — Wir durften also schliessen, dass nach diesem Versuche sich Folgendes zeigen müsse, wenn unsre früheren Erfahrungen nicht lauter Trug und Täuschung seien:

a) Beide Hinterpfoten haben Empfindung.
b) Die linke Hinterpfote ist zu jeder Bewegung unfähig.
c) Die rechte Hinterpfote ist zu jeder willkürlichen, wie zu jeder Reflexbewegung fähig.
d) Reiz der einen oder andern Hinterpfote erzeugt allgemeine Reflexbewegung mit Ausnahme der linken Hinterpfote.
e) Reiz einer Vorderpfote erzeugt allgemeine Reflexbewegung, wiederum mit Ausnahme der linken Hinterpfote.

Das Experiment hat glänzend unsre Voraussetzungen bestätigt, und van Deen's Angaben in ihrer Unrichtigkeit gezeigt (mit Ausnahme der angeführten wahren).

Alle Schlüsse, die daher van Deen auf diesen Versuch baut, sind unstatthaft, und wir werden davon später weiter reden.

XLI. „Schneidet man alle hinteren Nervenwurzeln einer Hinterpfote, z. B. der linken, durch, trennt man zugleich die die rechte Seitenhälfte des Rückenmarks in der Gegend des 3ten Wirbels durch einen Queerschnitt vollständig, so wird Reizung der rechten Hinterpfote starke Schmerzensäusserungen in den Vorderpfoten und der linken Hinterpfote hervorrufen, während in der rechten Hinterpfote nur Reflexbewegung Statt

finden wird. — Legt man das Thier auf die Erde, so bewegt es sehr gut beide Hinterpfoten, die linke durch den Willen, die rechte durch Reflexbewegung; denn durch die Bewegungen der Vorderpfoten und der linken Hinterpfote wird die Reflexbewegung der rechten Hinterpfote hervorgerufen (in Folge der Spannung (Zerrung) der Haut, verursacht durch die Bewegung des Thiers auf dem Fussboden). — Hat man das Thier geköpft, so kann man durch Reizung der rechten Hinterpfote Reflexbewegung aller Körpertheile hervorrufen."

Diese Angaben van Deen's stimmen, mit Ausnahme der über die Bewegung der rechten Hinterpfote, mit der Wahrheit überein, wie jeder Leser, ohne dass es der Anführung eines speciellen verificirenden Experiments bedürfte, schon aus manchen früheren Versuchen, wovon dieser eigentlich nur eine sehr unwesentliche Modification ist (s. auch Versuch XXXIX.), einsehen wird. — Dass aber die Bewegung der rechten Hinterpfote in vorliegendem Versuche eine reflectirte sei, durch die Reibung ihrer Haut am Fussboden veranlasst, das haben wir bereits bei Versuch XXV. widerlegt, und ein Jeder, der nur einen so operirten Frosch das rechte Hinterbein gleichförmig und gleichzeitig mit dem andern anziehen und abstossen sieht, und bemerkt, wie der Frosch sich damit vollkommen vorwärts stösst, und nicht blos — wie es durch Reflex geschehen müsste, das Bein (unabhängig von den Bewegungen des andern, sondern blos abhängig von der grösseren oder geringern Reibung am Fussboden) an den Leib angezogen hält, oder auch ein ander Mal wieder, ganz ohne Harmonie mit den Bewegungen des andern, abstösst, oder streckt — ein Jeder, sagen wir, wird alsdann zugeben, dass solche Bewegungen nicht reflectirte, sondern willkürliche sind. — Man vergleiche ausserdem auch noch die von uns mitgetheilten positiveren Beweise für unsere, und gegen van Deen's Ansicht.

XLII. „Beraubt man einen Frosch aller vorderen und hinteren Wurzeln für die Nerven der Hinterpfote einer Seite, z. B. der linken, schneidet man alsdann die entgegengesetzte (rechte) Seitenhälfte des Rückenmarks queer durch, so verursacht Reiz der rechten Hinterpfote, der Vorderpfoten, und des Kopfes dieselben Erscheinungen, welche im Versuche XL. Reizung der rechten Hinterpfote, der Vorderpfoten und des Kopfes herbeiführte."

„Das Thier hatte das Gefühl in der rechten Hinterpfote vollständig behalten, obgleich die rechte Seitenhälfte des Rückenmarks vollständig durchgeschnitten worden, und das Gefühl wie jede Bewegung (willkürliche und reflectirte) in der linken Hinterpfote gänzlich zerstört war; das Thier hatte also einen jeden Willenseinfluss auf seine Hinterpfoten verloren."

„Reizung der linken Hinterpfote erzeugte natürlich gar keine Reaction."

„Nach dem Köpfen brachte Reizung der rechten Hinterpfote und der Vorderpfoten dieselben Erscheinungen hervor, wie bei'm Versuche XL."

Auch dieser Versuch kann wiederum ein Beispiel abgeben, wie eine vorgefasste Meinung eine vollkommene Verblendung herbeiführen kann, so dass man die klarsten Thatsachen nicht sieht. — Denn auch nicht in einer einzigen der vielmal von uns gemachten Wiederholungen dieses Versuchs haben wir die von VAN DEEN angeführten Symptome bestätigen können. Es ist hier eben so, wie im Versuche XL., worauf VAN DEEN verweist. — Nach diesem Versuche behält nämlich der Frosch die vollständigste willkürliche Bewegung und volle Empfindung in der einen Hinterpfote, an deren Seite die Rückenmarkshälfte queer (am 3ten und 4ten Wirbel) durchgeschnitten worden ist. — Die andre Hinterpfote ist natürlich lahm und unempfindlich. — Dieser Versuch ist äusserst leicht zu wiederholen. Wir öffnen den Wirbelcanal von hinten, schneiden mit einer geraden feinen Augenscheere die sämmt-

lichen Nervenwurzeln für die eine Hinterpfote durch, und nachher machen wir den Queerschnitt in die Seitenhälfte des Rückenmarks mit einem feinen Messerchen, wie oben angegeben. Oder auch wir machen letztgenannten Schnitt zuerst, und darauf trennen wir die Nervenwurzeln der andern Seite.

Wir haben keine Art von Aufschluss darüber, wie v. Deen dazu gelangte, die oben angeführten Resultate aufzustellen. Wir hoffen, dass er auch diesen Versuch nochmals, ohne damit die circulatio nervea beweisen zu wollen, wiederholen, und die Ueberzeugung von der Unrichtigkeit seiner Angaben einsehen wird.

Der Frosch verhält sich gerade so, wie einer, dem blos die Nerven für die eine Hinterpfote durchschnitten sind, dessen Rückenmark aber unverletzt ist. — Die Reizung der einen Hinterpfote bringt daher Bewegung aller Theile (ausser der andern gelähmten Hinterpfote) hervor, Reizung der Vorderpfoten (oder des Kopfs vor dem Köpfen) bringt Bewegung dieser Theile und zugleich der einen Hinterpfote hervor. — Die andre Hinterpfote ist, wie aus dem Früheren längst bekannt ist, empfindungs- und bewegungslos.

XLIII. „Nimmt man an einer Hälfte des Rückenmarks, bei einem Frosche, alle vorderen Wurzeln für die Nerven der linken Hinterpfote weg, und schneidet diese Rückenmarkshälfte, ein wenig über dem Ursprung der ersten Nervenwurzel, die man getrennt hatte, gänzlich durch, so wird das Thier in dieser Hinterpfote das Gefühl nicht verloren haben. — Eine starke Reizung dieser (linken) Hinterpfote wird bei dem Thiere oft sogar eine heftige Schmerzensäusserung hervorrufen, sowohl in der andern Hinterpfote, wie in den Vorderpfoten.“

„Schneidet man nach einer Weile dem Thiere den Kopf ab, so kann man Reflexbewegung in den Vorderpfoten erzeugen, wenn man die rechte Hinterpfote reizt. Die Reflexbewegung zeigt sich zuerst in der rechten Hinterpfote, dann in

der rechten Vorderpfote, und hiernach erst in der linken Vorderpfote. Reizt man die linke Hinterpfote, so entsteht Reflexbewegung zuerst in der rechten Hinterpfote, und hiernach erst in der linken und rechten Vorderpfote."

Auch bei Ausführung dieses Versuches öffnen wir den Wirbelcanal von der Bauchhöhle aus, damit die zu durchschneidenden Nervenwurzeln unbedeckt vor uns liegen, und wir nicht in die Verlegenheit gerathen, die hinteren Nervenwurzeln zu verletzen. — Wir durchschneiden zuerst mit dem mehrerwähnten Messerchen die eine Seitenhälfte des Rückenmarks in der Gegend des 4ten Wirbels, und nehmen alsdann alle unter demselben befindlichen vorderen Nervenwurzeln weg. Hiernach sehen wir also, geschah die Operation an der linken Seitenhälfte des Rückenmarks, die linke Hinterpfote gelähmt. Reizung dieser Hinterpfote, ohne dass sie stark zu sein braucht, ruft gewöhnlich Bewegungen aller übrigen Körpertheile hervor, aus Schmerz wie van Deen richtig angiebt, aber oft nur Reflexbewegung der andern Hinterpfote.

Köpft man nun das Thier, so stellen sich aber keineswegs die Erscheinungen so ein, wie van Deen sie angiebt. — Bringt man einige Minuten nach dem Köpfen ein wenig Essigsäure an eine Zehe der rechten Hinterpfote, so zeigen sich oft nur Reflexbewegungen in dieser, und gar keine Bewegungen in den Vorderpfoten. — War der Reiz ein wenig stärker, so entstehen erst Reflexbewegungen in der Hinterpfote, und kurz darauf Bewegungen beider Vorderpfoten, wie mit einem electrischen Schlage herbeigeführt, zu gleicher Zeit, nicht eine nach der andern. — Hat man diese Versuche mehrmals wiederholt, und die Kraft des Thiers ist schon geschwächt, so treten folgende Erscheinungen ein: Reizt man die rechte Hinterpfote, so bewegt sich diese, und kurz darauf auch die Vorderpfote derselben Seite; oft hören nun die Bewegungen nach diesem Reize auf; oft auch tritt die von van Deen angegebene Erscheinung ein, dass sich nachher die andre Vor-

derpfote bewegt. Aber dies ist durchaus nicht die Regel, wie VAN DEEN angiebt.

Was aber die Ansicht, oder die Beobachtungen v. DEEN's ganz und gar widerlegt, das ist folgender Umstand: Reizt man die linke Hinterpfote (deren motorische Nerven und Seitenhälfte des Rückenmarks durchgeschnitten sind), so entsteht manchmal Reflexbewegung nur der rechten Hinterpfote. Manchmal aber entsteht nur (schwache) Reflexbewegung der linken Vorderpfote ausschliesslich, und weder die rechte Hinterpfote noch die rechte Vorderpfote zeigen die mindeste Bewegung. — Jene Bewegung der linken Vorderpfote aber geschieht nicht etwa lange Zeit nach Anbringung des Reizes, sondern im Augenblick der Anbringung oft; — oft so, wie die Reflexbewegung der andern Hinterpfote, eine kurze Zeit nach Anbringung des Reizes.

Um alle die von uns angegebenen Erscheinungen zu beobachten, muss man zu gleicher Zeit drei bis vier Frösche auf gleiche Weise zu dem Versuche vorbereiten, und neben einander legen; am besten legt man sie auf den Rücken; anfangs reizt man mit der Pinzette, oder mit Essigsäure, später, wenn die Kraft des Nervensystems schon ein wenig erschöpft ist, reizt man mit Schwefel- oder Salpetersäure.

Aus diesem Versuche können wir also wiederum den Beweis ziehen, wie jeder Eindruck von der Peripherie her einen allgemeinen Eindruck auf das gesammte Rückenmark — wenn auch einen stärkeren an einzelnen Stellen — macht. Die Bewegung der linken Vorderpfote in unserem Versuche nach Reizung der linken Hinterpfote zeigt dies evident; und dass nicht zugleich Bewegungen in den übrigen Pfoten zugleich mit jener folgten, das ist daher zu erklären, dass dieselben schon eine oder einige Bewegungen gemacht hatten, und daher nicht so fertig, nicht so rasch bereit zur Bewegung waren, als die linke, weniger vorher bewegt gewesene. — Auch lässt es sich vielleicht so erklären, dass stärkere Reizung an

bestimmter Stelle einer Seitenhälfte des Rückenmarks sich in allen analogen Stellen derselben Seitenhälfte ein wenig stärker wiederholt als in denen der andern. — Doch ist letzteres nur eine Hypothese, auf die wir gar kein Gewicht legen, da die anatomische Anordnung für solche — vorzugsweise einseitige — Weiterverpflanzung trotz queeren Durchschnitts — durchaus nicht bekannt ist. — Indessen hängt dies sehr mit derselben Action zusammen, welche, nach dem Queerschnitt in die eine Seitenhälfte des Rückenmarks, dennoch Empfindung und Bewegung in allen Theilen unterhalb des Durchschnitts fortbestehen lässt.

Jedenfalls aber geht aus unserm Versuche die Unhaltbarkeit der van Deen'schen Angaben, über den Gang der Nervenkraft, über die Circulation, hervor. Denn wäre dies wirklich, so müssten die von ihm angegebenen Erscheinungen mindestens die Regel und nicht die Ausnahme bilden, und auch in den früheren Versuchen müssten die Angaben der Wahrheit gemäss sein, wovon wir doch aber bewiesen haben, dass das nicht der Fall ist.

XLIV. „Beraubt man einen Frosch aller vorderen Nervenwurzeln für beide Hinterpfoten, und schneidet hiernach, auf die oben angegebene Art, eine Seitenhälfte des Rückenmarks, z. B. die rechte, gänzlich durch, (Fig. 18.) so wird eine starke Reizung der rechten Hinterpfote zeigen, dass das Thier den Schmerz davon fühlt. Man wird alle Symptome desselben im Kopf und den Vorderpfoten gewahr werden. Aber dieser Versuch bietet einen merkwürdigen Umstand dar. Das ist, dass in allen den mehrfach wiederholten Versuchen, die Zeichen des Schmerzes, welche durch Reizung der rechten Hinterpfote hervorgerufen wurden, sich niemals unmittelbar nach der Reizung offenbarten, sondern einige Augenblicke später, mochte nun die Pfote gekneipt, oder mit Schwefelsäure eine Zeit lang betupft worden sein. — Dagegen aber reichte, wenn ich das Thier 8, 12 oder 24 Stunden hindurch

ruhig gelassen hatte, die leichteste Reizung hin, um die Zeichen des Schmerzes durch Kopf und Vorderpfoten alsbald ausgedrückt zu sehen.“

„Nach dem Köpfen des Thieres konnte ich durch Reizung der rechten Hinterpfote Reflexbewegung anfangs in der rechten Vorderpfote, und nachher in der linken hervorrufen. Die Reizung der linken Hinterpfote erzeugte Bewegung im entgegengesetzten Sinne, nämlich zuerst in der linken Vorderpfote, und nachher in der rechten.“

Diesen Versuch haben wir gleichzeitig an mehreren Fröschen wiederholt; wir öffneten auch hier wieder, grösserer Sicherheit halber, den Wirbelcanal von der Bauchseite, wodurch wir eine Verletzung der sensitiven Nervenwurzeln verhüten konnten. — Wir fanden, dass das Gefühl in der rechten Hinterpfote fortbestand, ein Umstand, der nicht erst bewiesen zu werden brauchte; dieses Gefühl äusserte sich aber nicht, wie van Deen angiebt, erst einige Augenblicke nach Application des Reizes, sondern unmittelbar nach Reizung der rechten Hinterpfote, eben so rasch als nach der der linken Hinterpfote. — Schwacher Reiz hatte manchmal gar keine Reaction zur Folge, z. B., wenn nur die Spitze einer Zehe mit ein wenig Säure betupft oder gekneipt wurde. Dagegen mehrere Zehen, oder eine grössere Hautstelle mit der Säure berührt, augenblicklich die Schmerzensäusserungen der vorderen Theile hervorrief, mochte nun die rechte oder die linke Hinterpfote gereizt worden sein.

Auch die nach dem Köpfen eintretenden Erscheinungen haben wir nicht ganz so gesehen, wie van Deen. Reizung der rechten Hinterpfote rief oft Bewegung der rechten Vorderpfote allein, eben so oft aber Bewegung beider Vorderpfoten zu gleicher Zeit, und sehr oft gar keine Bewegung der Vorderpfoten hervor. Reizung der linken Hinterpfote dagegen blieb selten ohne Reaction; oft bewegte sich, wie van Deen angiebt, die linke Vorderpfote allein, meistentheils aber be-

wegten sich beide Vorderpfoten zu gleicher Zeit, wenn gleich die linke etwas stärker als die rechte. — Also, eine bestimmte Bewegung, wie VAN DEEN solche beschreibt, zeigt sich durchaus nicht in diesem Versuche, wenn gleich sie zum Theil so eintritt wie VAN DEEN angiebt. Aber eben so oft zeigt sie sich anders; man wird aber selten oder nie beobachten, dass die Bewegungen gleichsam von einer zur andern Pfote übergehen. — Wenigstens haben unsre Versuche dies Phänomen nicht ein einziges Mal gezeigt. Entweder bewegte sich nur die eine Pfote allein, oder, wurde auch die andre bewegt, so geschah dies nicht später, sondern gleichzeitig mit der ersten.

XLV. „Hat man die vorderen und hinteren Nervenwurzeln einer Hinterpfote durchgeschnitten, z. B. der rechten, und dieselbe Operation an den vorderen Wurzeln der linken Hinterpfote gemacht, hat man nachher die linke Seitenhälfte des Rückenmarks, wie in den vorhergehenden Versuchen, durchgeschnitten, so kann man durch Reizung der linken Hinterpfote heftige Schmerzensäusserung in den vorderen Körpertheilen hervorrufen. — In Bezug auf die Zeit, welche zwischen dem Anfang der Schmerzensäusserungen und dem Moment des Reizes verstreicht, so beobachtet man dasselbe wie im Versuche XLIV.“

Auch die letzte Angabe dieses Versuchs haben wir als durchaus ungegründet gefunden; was die erste betrifft, dass das linke Hinterbein noch empfindlich ist, so ist das natürlich längst bewiesen, und nicht Zweck dieses Versuchs es zu beweisen. Dieser Versuch soll nur eben so wie der vorhergehende zu zeigen dienen, dass zwischen Reizung der Hinterpfote und Erregung von Bewegungen der vorderen Körpertheile, also zwischen dem Reiz und der Empfindung des Schmerzes, ein Zwischenraum Statt finde, eine gewisse Zeit verstreiche; woraus dann VAN DEEN seine Circulationstheorie ableitet. — Aber wir haben uns evident überzeugt, dass diese

Angaben van Deen's durchaus auf Täuschung beruhen, und niemals eintreten, wenn der Versuch gut ausgeführt worden ist. — Letzteres ist nur dann leicht möglich, wenn der Wirbelcanal von der Bauchhöhle aus geöffnet wird. — Um uns hiervon noch mehr zu überzeugen, haben wir den Versuch ausgeführt, nachdem der Wirbelcanal von hinten her geöffnet worden war; wir vermuthen, dass van Deen dieses Verfahren beobachtete, wenngleich er nichts darüber speciell angiebt. — Trotz grösster Vorsicht war es hierbei nicht möglich, die hinteren Nervenwurzeln nicht zu zerren, zu drücken, zu beeinträchtigen; und nach mehreren solcher Versuche sahen wir bei einigen die Empfindlichkeit der einen Hinterpfote eben so erloschen, wie die der andern, deren sämmtliche Nervenwurzeln durchgeschnitten waren. Bei einigen andern Versuchen dieser Art beobachteten wir aber das von van Deen mitgetheilte Factum, dass erst eine oder zwei Secunden nach Application der Säure der Schmerz sich in den vorderen Theilen äusserte.

Wir glauben daher, dass hier blos das Operationsverfahren die Schuld der abweichenden Resultate trägt. — Die sensitiven Nerven der einen Hinterpfote waren sehr geschwächt in ihrer Function, darum bedurfte es der stärksten Einwirkung der Säure, um ihnen eine Action zu entlocken.

Wir erwarten von van Deen mit Zuversicht eine wiederholte Prüfung dieser seiner Versuche, welche in Bezug auf seine Ansicht von der Circulation der Nervenkraft entscheidend, für oder gegen, sein müssen. — Wir zweifeln nicht, dass er unsrer Ansicht beitreten wird.

XLVI. „Werden die vorderen Wurzeln für die Nerven einer Hinterpfote, z. B. der linken, und die hinteren Wurzeln für die Nerven der andern Hinterpfote durchschnitten, wird alsdann die linke Seitenhälfte des Rückenmarks auf die oben beschriebene Weise durchgeschnitten, und dem Thiere einige Zeit Ruhe gegönnt; reizt man hiernach die linke Hinterpfote,

so giebt das Thier alsbald alle Zeichen von Schmerzempfindung, indem es die beiden Vorderpfoten, den Kopf und die rechte Hinterpfote bewegt."

„Die plötzliche Bewegung der rechten Hinterpfote nach Reizung der linken, ist ohne Zweifel ein Zeichen, welches evident als Folge des Schmerzes zu betrachten ist. Denn es ist unmöglich, dass diese Bewegung der rechten Hinterpfote Reflexbewegung sei; dies zeigt sich deutlich, wenn das Thier geköpft ist. Reizung der linken Hinterpfote verursacht alsdann keine Bewegung in der rechten (der eine Hinterstrang kann nicht unmittelbar Reflexbewegung in dem Vorderstrang der andern Rückenmarkshälfte erregen.)."

Was die vor dem Köpfen angeführten Symptome betrifft, so sind sie, wie sich ein Jeder schon a priori sagen wird, ganz richtig. Die nach dem Köpfen entstehenden aber sind von van Deen durchaus falsch angegeben. Denn es entsteht nach dem Köpfen eben so wie vorher dieselbe Bewegung der rechten Hinterpfote nach Reizung der linken, wie wir in mehreren Versuchen auf das Evidenteste gesehen haben. — Daraus geht also hervor, dass die Bewegung der rechten Hinterpfote nicht blos eine Bewegung in Folge des Willenseinflusses, sondern auch eine ganz einfache Reflexbewegung sein kann, für welche letztere wir sie denn überhaupt halten. Es spricht also die klare Thatsache gegen van Deen, und wenn er meint, der rechte Hinterstrang könne nicht den Vorderstrang der andern Seitenhälfte des Rückenmarks zur Reflexbewegung veranlassen, so wissen wir vor Verwunderung über diesen Ausspruch kaum, was wir darüber denken sollen. — Denn van Deen giebt doch zu, dass bei unverschrtem Rückenmarke Reizung einer Seitenhälfte des Rückenmarks (also des Hinterstrangs), Bewegungen auf der andern Hälfte des Körpers erregen könne (also doch sicher durch den Vorderstrang der andern Seitenhälfte des Rückenmarks). — Ueber den Modus dieser Uebertragung haben wir früher (bei XXV.) gesprochen;

van Deen's Meinung darüber ist nicht ersichtlich aus dem Bisherigen. — Es ist aber auch seine Ansicht weiter nicht nöthig. Denn giebt er zu, dass im ungetrennten Rückenmark Reiz eines Hinterstrangs Bewegungen mittelst des Vorderstrangs der andern Seitenhälfte des Rückenmarks hervorrufe, so ist in vorliegendem Versuche nicht der mindeste Grund da, warum jetzt diese gegenseitige Wirkung des einen auf den andern geläugnet werden sollte. Denn dass am einen die vorderen, am andern die hinteren Nervenwurzeln getrennt sind, kann nicht den mindesten Einfluss haben, denn innerhalb des Rückenmarkes wird die Ausbreitung der Reize ohne Vermittlung der Nervenwurzeln bewirkt.

So wie also das Factum gegen van Deen spricht, so steht auch jeder vernünftige Grund, jede Analogie ihm entgegen. — Noch deutlicher sieht man nach dem Köpfen Reflexbewegung der einen Hinterpfote entstehen, wenn sie durch Reiz der Vorderpfote veranlasst wird. Hier wird sie sehr stark an den Leib angezogen, und dadurch also deutlich bewiesen, wie die genannten Verletzungen der Nervenwurzeln durchaus keinen Einfluss auf den Gang oder die Erzeugung des Reflexes in dem Rückenmarke selbst haben. — Es kann dabei ganz gleichgültig sein, ob die Anregung zum Reflex von oben nach unten, oder in umgekehrter Richtung geht. — Denn schneidet man die sämmtlichen Wurzeln für die eine (rechte) Vorderpfote weg, und reizt die andre (linke), so wird dessenungeachtet sehr starke Reflexbewegung der rechten Hinterpfote entstehen.

Auch bei diesem Versuche ziehen wir es vor, das Rückenmark von der Bauchhöhle aus bloszulegen, indem wir gesehen haben, dass nach Eröffnung des Wirbelcanals von hinten her eine Verletzung der hinteren Wurzeln für die Nerven der linken Hinterpfote fast unvermeidlich ist. — Wir sondern mittelst einer feinen Staarnadel genau die verschiedenen Nerven von einander, nehmen die, welche wir durchschneiden wollen,

mit der Nadelspitze auf, heben sie aus dem Wirbelcanal ein wenig hervor, stechen die Nadelspitze in die benachbarte Muskelsubstanz ein, so dass sie ganz fest steckt, und bei den schwachen Bewegungen des möglichst festgehaltenen Thiers sich nicht verrücke und die andern Nervenwurzeln zerre, und schneiden alsdann nach diesem Verfahren eine Nervenwurzel nach der andern durch. — Auch bei den vorhergehenden Versuchen, wo die einzelnen Nervenwurzeln getrennt werden mussten, bedienen wir uns der Staarnadel auf genannte Weise zu grosser Erleichterung.

XLVII. „Schneidet man einem Frosche die ganze rechte Seitenhälfte des Rückenmarks, über dem Ursprung der Wurzeln für die Nerven der rechten Vorderpfote, durch, in der Gegend des 1sten Wirbels; schneidet man nachher eben so die linke Seitenhälfte des Rückenmarks in der Gegend des 3ten oder 4ten Wirbels durch, (Fig. 19.) so besteht das Gefühl evident noch in beiden Hinterpfoten fort; aber die willkürliche Bewegung ist nur im Kopfe und der linken Vorderpfote übrig geblieben. Dieses zeigt sich deutlich, wenn man das Thier auf die Erde legt; die linke Vorderpfote zeigt dann eine ganz andre Richtung als die rechte. — Reizt man den Mund, oder irgend einen andern Theil des Kopfes, so wird die linke Vorderpfote sogleich vorwärts bewegt, um den Reiz zu entfernen, während die andre Vorderpfote und die beiden Hinterpfoten sich nur dann in Bewegung setzen, wenn das Thier heftige Anstrengungen mit der einen Vorderpfote machte. — Lässt man das Thier einige Augenblicke in Ruhe, so macht es grosse Anstrengungen zum Vorwärtskommen, und in dem Maasse als diese Anstrengungen in der linken Vorderpfote zunehmen, vermehrt sich die Reflexbewegung in den andern Pfoten. Das Thier setzt sich so wirklich in Bewegung, und bringt sich vorwärts; und, was noch merkwürdiger ist, reizt man die linke Vorderpfote mit ein wenig Schwefelsäure, so macht das Thier sogar einen Sprung, aber

es kann diesen nicht erneuern. Legt man das Thier auf den Rücken, so kann es sich nicht wieder umdrehen. Reizt man in dieser Lage den Kopf oder die linke Vorderpfote, so entsteht willkürliche Bewegung in dieser Pfote und Reflexbewegung in den übrigen. Der Weg, welchen der Reflex nimmt, zeigt sich deutlich; zuerst zeigt er sich in der rechten Vorderpfote, dann in der rechten Hinterpfote, und hiernach in der linken Hinterpfote. — Reizt man die rechte Vorderpfote, so ist der Weg, den der Reflex nahm, derselbe; reizt man die rechte Hinterpfote, so setzen sich die rechte Vorderpfote und die linke Hinterpfote fast gleichzeitig in Reflexbewegung; reizt man die linke Hinterpfote, so verfolgt die Reflexbewegung folgende Spur: linke Hinterpfote, rechte Hinterpfote, und rechte Vorderpfote."

van Deen giebt hiervon folgende Erklärung: „das Gefühl erzeugt Bewegung, und Bewegung ruft Gefühl hervor. Dies ist schon 1834 deutlich von mir bewiesen worden*). Die Bewegung der linken Vorderpfote wird durch die Hautnerven dieser Pfote gefühlt. Dieser Reiz wird von derjenigen Partie der substantia gelatinosa aufgenommen, in der sich die sensitiven Nerven für die Vorderpfote endigen, und wird eines Theils der substantia medullaris postica sinistra (dieses erzeugt das wirkliche oder wirksame Gefühl), und andern Theils der substantia gelatinosa dextra (Reflexgefühl), mitgetheilt, wodurch dann, in Folge der Wirkung auf die substantia spongiosa dextra die Reflexbewegung der rechten Hinterpfote entsteht. Diese Reflexbewegung pflanzt sich vom oberen zum unteren Theile der substantia spongiosa dextra fort, von wo aus die Reflexbewegung zur linken Hinterpfote übergeht, und dies deshalb, weil die Bewegung der rechten

---

*) Die Schrift, worauf sich hier van Deen bezieht, ist: De differentia et nexu inter nervos vitae animalis et vitae organicae. Leider ist sie uns nicht zur Hand.

Hinterpfote in dieser Reflexbewegung macht, letztere aber ihrerseits Reflexgefühl und Reflexbewegung in der linken Hinterpfote erzeugt. Man kann, indem man jeden andern Theil reizt, eine analoge Erklärung vom Gang der Reflexbewegung geben."

„Von der Richtigkeit des Gesagten kann man sich überzeugen, wenn man die Vorderpfote, in welcher noch willkürliche Bewegung besteht (an einem so präparirten Thiere), gänzlich abschneidet, alsdann hört jede Bewegung auf, und das Thier kann nur den Kopf bewegen. Es ist nicht hinreichend Gefühl vorhanden, um Reflexbewegung in den übrig gebliebenen Pfoten zu erregen, oder besser gesagt: es besteht nicht hinreichende Bewegung, um das Gefühl hervorzurufen; denn während der Kopf sich bewegt, bleiben alle übrigen Körpertheile unbeweglich."

„Die Richtigkeit der Erklärung über den Gang der Reflexbewegung in diesem Falle, nämlich dass durch das Gefühl immer Bewegung veranlasst wird, und Gefühl durch Bewegung, wird ausserdem noch bewiesen, wenn man, statt die willkürlich bewegte Vorderpfote abzuschneiden, nur die sensitiven Nervenwurzeln dieser Pfote durchschneidet. Reizt man hiernach den Kopf, so wird die Vorderpfote (durch den Willen vorwärts bewegt), den Reiz durch Bewegung zu entfernen suchen, aber die andern Pfoten werden durchaus keine Reflexbewegungen zeigen; — nur die Blutcirculation und die Respiration können noch gewisse automatische Bewegungen veranlassen, wovon anderswo gesprochen werden wird."

„Die Versuche XXV. und XXXVII. beweisen ebenfalls hinreichend, dass der Wille indirect Reflexbewegung hervorrufen kann, aber nicht direct; d. h., dass der Wille stets, mittelst des Reflexgefühls, auf die Reflexbewegung Einfluss haben kann."

„Was noch merkwürdiger in diesem Versuche ist, besteht darin, dass, obgleich das ganze Rückenmark queer durchgeschnitten

ist (eine Hälfte in der Gegend des 1sten Wirbels, die andre in der Gegend des 4ten), eine starke Reizung der Hinterpfoten nichts desto weniger bei dem Thiere, mittelst der linken Vorderpfote und des Kopfs, heftige Schmerzensäusserungen zum Ausbruche bringt."

Theilen wir nun die Ergebnisse unsrer Versuche mit. Wir präparirten acht Frösche, ganz genau nach Vorschrift dieses Versuchs. Wir nahmen dazu die grössten, welche wir hatten, da begreiflicher Weise an diesen die Operation genauer und schonender für die zu schützenden Theile, ausgeführt werden kann, als bei kleinen. — So hatten wir acht Frösche vor uns, an denen der Versuch als gelungen zu betrachten war. Bemerken müssen wir noch, dass wir die Durchschneidung jeder Seitenhälfte des Rückenmarks mittelst des oben beschriebenen convexen Messerchens vornahmen, was wir vor jedem Schnitt erst in Wasser tauchten, ein Umstand der nothwendig ist, wenn der Durchschnitt leicht und rein gelingen soll, und man das Ankleben des Rückenmarks an das Messer, das Zerren dieses Organ's beim Durchschneiden und Wegziehen des Messers, verhüten will. — Wir fanden nun Folgendes:

Zuerst blieben die Frösche kürzere oder längere Zeit ruhig liegen, erschüttert von der Operation. Bald nachher aber machten sie Anstalten zur Fortbewegung, und alsdann sah man, wie die rechte Vorderpfote weniger gut, weniger energisch und richtig bewegt wurde als die linke. Wurde letztere vorwärts gesetzt, aufgestützt, so war jene oft rückwärts an den Leib angelegt, kurz ihre Bewegungen waren nicht gehörig in Harmonie mit der andern. — Einige Zeit nachher aber wurden diese Bewegungen immer kräftiger, und kamen mit denen der linken Vorderpfote mehr in Harmonie, dergestalt, dass nur ein sehr geringer Unterschied merklich war; — ja, bei zweien Fröschen, wo die Operation eben so vorzüglich gelungen war, als bei den andern, waren die Be-

wegungen beider Vorderpfoten so harmonisch, einige Zeit nach der Operation, so energisch in der einen wie der andern, dass man keinen Unterschied an ihnen bemerken konnte.

Die Hinterpfoten wurden bei dem Fortbewegen ebenfalls beide bewegt. Doch wurde bei den meisten Fröschen die rechte stärker an den Leib angezogen, als die linke Hinterpfote. Jene verhielt sich wie bei unversehrten Fröschen, letztere wie bei solchen, denen man eine Seitenhälfte durchgeschnitten hat, unmittelbar nach der Operation. Bei einigen Fröschen jedoch wurden beide Hinterpfoten gleich stark und energisch an den Leib angezogen, und man konnte in ihren Bewegungen keinen Unterschied bemerken, selbst nicht in Bezug auf ihre Energie, die sich bei den meisten doch verschieden zeigte, da die rechte schwächer zu sein schien als die linke Hinterpfote.

Wurde irgend eine Pfote gereizt, sei es mit der Pinzette, oder mit der Nadel, oder mit ein wenig Essigsäure betupft, so zeigte es sich evident, dass das wirkliche Gefühl in den sämmtlichen Pfoten fortbestand, sowohl in den beiden Hinterpfoten, (wie auch van Deen richtig angiebt) wie in beiden Vorderpfoten.

In Beziehung auf die willkürliche Bewegung, so war diese ebenfalls in den sämmtlichen Pfoten, den vorderen sowohl wie den hinteren vorhanden. — Hier sind wir im Widerspruch mit van Deen, der behauptet, dass nur im Kopfe und der linken Vorderpfote die willkürliche Bewegung übrig geblieben sei. — Denn, lag das Thier auf der Erde, — wir legen sie auf ein grosses feuchtes Brett, oder in ein hölzernes weites Gefäss mit sehr wenigem Wasser — so hatte zwar bei den meisten die rechte Vorderpfote eine andre Richtung als die linke, wie van Deen richtig angiebt; aber dies darf nicht vom Mangel des Willenseinflusses auf die rechte Vorderpfote abgeleitet werden; sondern es ist dem Queerschnitt in die Rückenmarkshälfte über dem Ursprung

ihrer Nervenwurzeln zuzuschreiben. Dieser Queerschnitt wird selten, oder nie möglich sein, ohne die benachbarte Rückenmarkssubstanz mehr oder weniger zu quetschen, und dadurch zu ihren Functionen unfähiger zu machen als gewöhnlich. Aus derselben Ursache müssen aber auch alle sich hier inserirende Nervenwurzeln in ihrer Action beeinträchtigt werden, wenn nicht gar eine oder die andre selbst während des Queerschnitts zugleich mit durchgeschnitten wurde. — Wird aber dieser Queerschnitt sehr gut ausgeführt, mit möglichst geringer Verletzung, so hindert er den Willenseinfluss auf die rechte Vorderpfote durchaus nicht, wie wir das nachher noch deutlicher sehen werden; aber es geht schon jetzt daraus zum Theil*) hervor, dass nicht alle Frösche die rechte Vorderpfote schlecht setzen, oder unregelmässig, unharmonisch mit der linken, dass der Wille einen Einfluss auf sie übt. Denn bei einigen Fröschen sieht man sogar schon bei den ersten Bewegungen nach der Operation, bei den meisten aber $^1/_2$—1 Stunde später, die Bewegungen dieser rechten Vorderpfote immer besser und richtiger und energischer werden.

Reizt man nun den Mund, oder irgend einen andern Theil des Kopfes, so kommt alsbald die linke Vorderpfote, und stösst den Reiz zurück, wischt ihn ab; ganz wie es v. Deen angiebt. Aber zu gleicher Zeit entstehen gewöhnlich, wenn auch nicht jedes Mal, Bewegungen der andern Vorderpfote, nur nicht harmonisch mit denen der erstern. Auch bewegen sich beide Hinterpfoten oft, doch nicht immer, zu gleicher Zeit, um sich dem Reize zu entziehen, das Thier kriecht fort; aber es ist keineswegs wahr, was van Deen sagt, dass bei diesen Fortbewegungen zuerst die linke Hinterpfote sich

---

*) Wir sagen: zum Theil. Denn andern Theils kann die gehörige Richtung eben sowohl Folge des Reflexes von ihren sensitiven Nerven her sein. Bei den Fortbewegungen etc. aber zeigt es sich evident bei manchen Fröschen, dass die Willkür vollen Einfluss auf die rechte Vorderpfote übt.

zu bewegen anfange, und dass in dem Maasse als ihre Bewegungen stärker werden, die Reflexbewegungen der andern Pfoten sich vermehrten. Hier ist von Reflexbewegungen durchaus nicht die Rede, die Thiere kriechen, wenn sie gereizt werden, mit grosser Lebhaftigkeit fort, wie gesunde Frösche, sie bewegen, je nachdem es die Zweckmässigkeit erfordert, bald das eine bald das andre Bein zuerst, bald die Vorder- bald die Hinterpfoten zuerst, bald alle Pfoten zu gleicher Zeit.

Reizt man den Mund auf der rechten Seite, so sieht man augenblicklich Bewegung der rechten Vorderpfote; aber bei den meisten Fröschen ist diese unzweckmässig; statt an die gereizte Stelle geführt zu werden, wird sie an den Leib zurückgezogen, und gewöhnlich, fast immer, wird auch die die andre Vorderpfote zu gleicher Zeit vorwärts bewegt, nach vorn und oben, ohne jedoch an die gereizte Stelle zu gelangen.

Bei einigen Fröschen aber haben wir auf das Evidenteste gesehen, dass auch die rechte Vorderpfote den Reiz ganz gehörig abwischte. Und, was sehr wichtig ist, wenn wir die Frösche mehrere Stunden ruhig sitzen liessen, und reizten dann die rechte Seite des Kopfes, so entstanden fast immer Bewegungen der rechten Vorderpfote zum Abwischen oder Wegstossen des Reizes, nur war es allerdings auffallend, dass die Bewegungen dieser Pfote bei den meisten Fröschen nicht so ganz richtig, exakt, präcis waren als die der linken. — Dass dies aus dem Queerschnitt durch das Rückenmark in der Nähe des Ursprungs ihrer Wurzeln, wodurch letztere mehr oder weniger beeinträchtigt wurden, entsteht, wird weiter unten noch deutlicher bewiesen werden. — Bei zweien Fröschen dagegen sahen wir, wie diese Bewegungen sich durchaus nicht von denen der linken Vorderpfote unterschieden, oder von solchen, die ein ganz gesunder und so gereizter Frosch machen würde.

Diese Bewegung der rechten Vorderpfote ist oft nur in ihr allein sichtbar; oft aber bewegt sich zugleich die linke Vorderpfote, oft ein oder das andre Hinterbein, oft beide, oft alle Pfoten zu gleicher Zeit, wie gerade das Thier den Schmerz empfindet, oder die Gelegenheit zur Flucht sucht. — Es ist dabei zwar sicher, dass bei sehr leiser Reizung die Bewegungen schwächer sind, als bei stärkerer, und auch auf die übrigen Pfoten sich weniger ausbreiten. Doch ist dies nicht Folge dieser Operation, sondern liegt in der Natur der Sache, und zeigt sich eben so bei unverletzten Fröschen. Je geringer der Reiz, desto schwächer die Reaction, und umgekehrt. Aber man sieht oft, auch ohne dass man den Frosch berührt, nur durch die blose Annäherung, denselben plötzlich zusammenfahren, mit allen Pfoten zu gleicher Zeit Bewegungen machen, und fortkriechen, begreiflich aus Furcht vor einer Verletzung, oder aus Furcht überhaupt, wie das diese Thiere so oft thun.

Die Fortbewegung der Thiere ist kurze Zeit nach der Operation zwar im Ganzen schwach; durch Reiz mit einer Säure kann man sie zu einem Sprung bewegen, den sie nicht in derselben Heftigkeit wiederholen, wie VAN DEEN richtig sagt; denn die Thiere kriechen nach dieser ersten heftigen Bewegung (die nicht immer ein Sprung ist) von Schmerzen getrieben rasch vorwärts, und nach einigen Schritten bleiben sie wieder ruhig sitzen. Wenn aber VAN DEEN sagt, diese Bewegungen könnten nur durch Betupfen der linken Vorderpfote herbeigeführt werden; so macht er eine durchaus falsche Angabe. Denn man mag das Thier reizen wo man will, an einer Vorder- oder Hinterpfote, gleich viel in welcher, es macht darnach die heftigsten Bewegungen, hüpft ein Mal, oder kriecht gleich in aller Hast vorwärts, sucht sich zu verstecken, etc.

Legt man das Thier auf den Rücken, so ist es oft demselben unmöglich, sich umzudrehen; VAN DEEN sagt, es sei

überhaupt unmöglich. Aber auch hier macht VAN DEEN wiederum eine durchaus falsche Angabe. Denn die meisten der von uns so präparirten Frösche konnten sich wieder umdrehen, wenn gleich nicht so leicht wie gesunde Frösche; ja, wir sahen sogar, dass Frösche, denen wir die linke Vorderpfote weggeschnitten hatten, einige Stunden nach der Operation sich vollkommen umdrehten, wenn wir sie auf den Rücken gelegt hatten.

Reizt man die Thiere, nachdem man sie auf den Rücken gelegt hat (und viele bleiben eine Zeit lang ruhig auf dem Rücken, wenn die ersten Anstrengungen zum Umdrehen fruchtlos blieben), am Kopfe oder der linken Vorderpfote, so entsteht willkürliche Bewegung in dieser Pfote nicht allein, sondern in allen übrigen; die Bewegungen zeigen sich oft nur local in einer oder in beiden Vorderpfoten, oft zugleich in den Hinterpfoten; aber meistentheils sieht man nach Anbringung des Reizes unmittelbar die heftigsten Bewegungen aller Pfoten entstehen, und das Thier kehrt sich wieder auf die Bauchseite um (was um so leichter gelingt, wenn es ein Hinterbein z. B. gegen den Rand des Gefässes anstützen kann). — Der von VAN DEEN angegebene Weg, welchen die Reflexbewegung nehmen soll, ist durchaus unrichtig. Bei erschöpften Fröschen ist es vielleicht möglich, ausnahmsweise eine Pfote nach der andern sich bewegen zu sehen; wir haben das jedoch in unsern acht, und zwei nachher noch angestellten gleichen Versuchen durchaus nicht bestätigen können. Wurde eine Hinterpfote, gleichviel welche, gereizt, so blieb die Bewegung (Reflex) oft nur auf sie allein beschränkt; oft ging sie auf das andre Hinterbein; oft aber zeigten sich Bewegungen in beiden Vorderbeinen und in dem gereizten Hinterbein; *nicht aber in dem andern Hinterbein*. Wurde aber nur einigermaassen stark gereizt*), so entstanden, *wie mit einem*

*) Wir befeuchten den Stöpsel des Gläschens mit Essigsäure, und berühren nur die Spitze einer einzigen Zehe, um isolirte Re-

Schlage, Bewegungen in den sämmtlichen Pfoten, vorderen wie hinteren. Daher müssen wir die Angaben VAN DEEN's in Bezug auf diesen Punkt, ebenfalls als durchaus unrichtig bezeichnen. Die Bewegungen erfolgen durchaus nicht nach der Reihenfolge, wie VAN DEEN sie angiebt.

In Bezug auf die Erklärung dieser Phänomene verweisen wir auf das, bei Versuch XXV. Gesagte. Hier nun bleibt es uns übrig, die VAN DEEN'sche Erklärung der Symptome einer Betrachtung zu unterziehen. — VAN DEEN stellt als Hauptsatz voran: „Gefühl erzeugt Bewegung, und Bewegung ruft Gefühl hervor"*), und erklärt daraus alle übrigen Bewegungen, ausser denen der linken Vorderpfote, als Reflexbewegungen, wie oben mitgetheilt worden ist.

Wir haben die Versuche, welche, nach VAN DEEN, den stringenten Beweis dieses Satzes liefern sollen, wiederholt. Zweien Fröschen, die nach Vorschrift dieses Experiments präparirt waren**), schnitten wir die linke Vorderpfote weg, und unterbanden den Stumpf, um eine Verblutung zu verhindern. VAN DEEN behauptet, dass nach dieser Operation jede Bewegung aufhöre, und das Thier nur den Kopf noch bewegen könne. Wir haben aber gefunden, dass diese Angabe wiederum durchaus falsch ist. — Berührt man nämlich eine Weile nach der Operation den Kopf ganz leise, so entsteht manchmal nur Be-

---

flexbewegung hervorzubringen. Das gelingt zuweilen. Bei'm Betupfen mehrerer Zehen zu gleicher Zeit aber sehen wir immer sogleich die allgemeinen Bewegungen entstehen.

*) VAN DEEN's eigne Worte sind: „Le sentiment fait naître le mouvement, et le mouvement donne naissance au sentiment." l. c. pag. 102.

**) Es bedarf wohl kaum der besondern Erwähnung, dass wir nur diejenigen Frösche nach diesem Experimente beobachteten, an welchen die Operation vollständig gelungen war, wie das überhaupt bei allen unsern Versuchen geschah. — War eine Nebenverletzung entstanden oder der Versuch nicht sicher als gelungen zu betrachten, so wurden die Thiere weggeworfen.

wegung in ihm allein, Retraction der Augen etc. — Aber, wenn die Berührung nur einigermaassen etwas stärker ist, nur als ein geringer Reiz zu betrachten ist, so entstehen augenblicklich und mit einem Schlage, Bewegungen in den sämmtlichen übrigen Pfoten, das Thier bewegt sich vorwärts, trotz der Verstümmelung, ziemlich rasch und kräftig. — Auf den Rücken gelegt, wendet es sich sogar von freien Stücken wieder um, wie wir das an den beiden Thieren wohl zehn Mal beobachtet haben. — Hierin ist der klarste Beweis nicht allein gegen den einen Satz von VAN DEEN ausgedrückt, sondern auch ganz evident zur Ueberzeugung gebracht, dass die Bewegungen der übrigen Pfoten, ausser der linken, durchaus willkürliche Bewegungen sind, ein Umstand, den VAN DEEN gleichfalls geläugnet hat. — Wurde ein so behandelter Frosch in die Mitte des Gefässes gesetzt, wo es hell war, so kroch er sofort, ohne jeden Reiz dazu, in die die dunkleren Ecken des Gefässes, woselbst sich die übrigen Frösche befanden. — Kurz, das Abschneiden der linken Vorderpfote war durchaus ohne Einfluss auf die Bewegungen des Thieres geblieben.

Aber nicht blos die hierauf bezüglichen Angaben VAN DEEN's sind falsch, sondern auch die anderweitigen widersprechen ganz und gar der Wahrheit. Es soll nämlich die Durchschneidung der hinteren Nervenwurzeln für die linke Vorderpfote eines so präparirten Frosches dieselben Folgen haben, wie Abschneidung der Vorderpfote selbst. — Nach Reizung des Kopfs soll diese Pfote alsdann zwar, durch den Willen in Bewegung gesetzt, den Reiz abzuwischen streben, aber alle übrigen Pfoten sollen ohne alle Bewegung bleiben, indem das Gefühl in der linken Vorderpfote mangele, also auch, nach jenem Satze, keine Bewegung hervorrufen könne.

Wir haben ebenfalls an zwei grossen weiblichen Fröschen die Folgen des ganz genau ausgeführten und vortrefflich gelungenen Versuches beobachtet; aber zu unserm grossen Be-

dauern müssen wir gestehen, dass wir auch hier wieder die Angaben VAN DEEN's als durchaus falsch gefunden haben. — Beschreiben wir, was wir sahen: Unmittelbar nach der Operation, als wir das Thier auf den Teller legten, zog es beide Hinterbeine gehörig an den Leib, streckte sie zur Vorwärtsbewegung aus, und ging wirklich einige Schritte vorwärts. — Wurde die linke Seite des Kopfs gereizt, so wurde die linke Vorderpfote an die Stelle des Reizes bewegt, und wischte ab, doch nicht so exact und präcis, wie wir es bei den andern Fröschen sahen. — Wurde die rechte Seite des Kopfs gereizt, so wurde die rechte Vorderpfote, aber viel besser, exacter, präciser, als die linke, an die gereizte Stelle geführt, wo sie den Reiz abwischte. — Etwas Essigsäure an die rechte Vorderpfote gebracht, erzeugte sogleich allgemeine Bewegungen sämmtlicher Pfoten des Frosches und einen Sprung, nach welchem jedoch das Thier keinen zweiten machte.

Reizung einer Hinterpfote erzeugte augenblicklich wieder allgemeine Bewegungen, und einen Sprung. Ganz leise Berührung oder Reizung der rechten Vorder- und der beiden Hinterpfoten brachte oft nur locale Reflexbewegungen der gereizten Pfote allein, oft zugleich der andern Hinterpfote oder Vorderpfote, oft aller Pfoten zu gleicher Zeit hervor. Es liess sich durchaus keine bestimmte Aufeinanderfolge der Bewegungen wahrnehmen. Reizung der linken Vorderpfote blieb natürlich ohne allen Erfolg.

Wir liessen die beiden Frösche sechs Stunden unberührt liegen. Hiernach fanden wir, dass sich beide Vorderpfoten viel besser bewegten, als unmittelbar nach der Operation. Die Thiere zeigten vollkommene willkürliche Bewegungen in sämmtlichen Pfoten; gereizt, oder von selbst, krochen sie von einem Ende des grossen hölzernen Gefässes, in dem wir sie aufbewahrten, zum andern, dergestalt, dass sie sich fast wie ganz unverletzte Frösche bewegten, nur nicht hüpf-

ten, sondern blos krochen. — Beide Vorderpfoten, wie beide Hinterpfoten wurden zu gleicher Zeit angezogen und ausgestreckt; nur machten sie mit der linken Vorderpfote immer ein wenig schlaffere, oder weniger energische oder zweckmässige Bewegungen, als mit der rechten, welche letztere dagegen sich vollkommen wie die eines unversehrten Frosches verhielt.

Legten wir diese Thiere auf den Rücken, so machten sie mit sämmtlichen Pfoten, zu gleicher Zeit, die heftigsten Bewegungen, und es gelang ihnen jedes Mal sich wieder umzuwenden. Kurz, wäre bei diesen Thieren nicht der Durchschnitt der sensitiven Wurzeln für die linke Vorderpfote ausgeführt worden, so hätte man glauben können, sie seien ganz unverletzt; ihre sämmtlichen Bewegungen — ausser denen der linken Vorderpfote, verhielten sich ganz wie bei gesunden Fröschen — mit der Ausnahme, dass sie nicht hüpften*).

Hierdurch haben wir denn also bewiesen, dass v. Deen's ganze Lehre über den Haufen fällt; dass nicht die Bewegung eines Theils Anlass zum Reflexgefühl, und mittelst dieses zu Reflexbewegung andrer Theile giebt. — Denn so sollte eigentlich van Deen's Satz heissen.

Also: nicht das Gefühl von der Bewegung der linken Vorderpfote in vorliegendem Versuche, erregt die übrigen Pfoten zur Bewegung, sondern der Willenseinfluss erregt die sämmtlichen Pfoten dazu, wie wir bei XXV. auseinandergesetzt haben. Der Wille erregt die Gesammtmasse des Rückenmarks, wenn gleich einzelne Stellen vorzugsweise, auf eine bis jetzt

---

*) Wenn wir die Thiere aufbewahren wollen, nach diesen Versuchen, so nähen wir stets die Haut wieder zu, um das Rückenmark desto mehr vor äusserer Verletzung zu sichern, was um so nöthiger ist, wenn man mehrere dieser Thiere in demselben Gefässe aufbewahrt, damit sie sich nicht gegenseitig das Rückenmark mit den Vorderpfoten bei dem Uebereinanderherkriechen verletzen.

noch nicht bekannte Art. Durchschneidung einer Seitenhälfte hindert nicht, dass der Willenseinfluss auf die Theile des Rückenmarks unter dem Durchschnitt sich fortpflanzt (s. XXV.), und wir könnten das Rückenmark an den Seitenhälften durch so viele Queerschnitte theilen, als Nervenpaare beider Seits entspringen, wenn wir nur bei je einem Nervenpaare die eine, bei dem folgenden Nervenpaare die andre Seitenhälfte, abwechselnd also, queer durchschnitten. — Wären wir im Stande eine queere Trennung des Rückenmarks, ohne Complication zu bewirken, also ohne Nervenwurzeln zu durchschneiden, ohne die Rückenmarkssubstanz zu beiden Seiten des Durchschnitts zu quetschen und zu ihrer Function mehr oder weniger unfähig zu machen, — was aber allerdings wegen der Rohheit auch unsrer feinsten Instrumente und zartesten Verfahrungsweisen — nicht angeht, so würden wir das Rückenmark durch zehn queere Schnitte, fünf durch jede Hälfte, je durch die Seitenhälfte desselben, theilen können, ohne die mindeste Störung der willkürlichen Bewegung, ohne Störung der Empfindung (s. XXV.).

Hierdurch haben wir auch van Deen's fernere Angabe, pag. 104, dass nämlich der Wille nur indirect Reflexbewegung erzeugen könne, indem er mittelst des Reflexgefühls darauf Einfluss übe — vollständig widerlegt. — Auf das Gefühl hat der Wille keinen Einfluss; das Gefühl wird bewirkt, ohne jeden Willenseinfluss, wenn gleich Spannung der Aufmerksamkeit auf eine Empfindung deren Perception mehr oder weniger begünstigen kann. — Dass aber das Gefühl dieser Empfindung eine Reflexbewegung erzeuge, das ist eine auf keinen vernünftigen Grund gebaute Ansicht, die durch die von uns mitgetheilten Versuche, eben so wie die anderweiten Angaben van Deen's über dieselben vollständig widerlegt wird.

Wie aber die Empfindung in beiden Hinterpfoten bei diesem Versuche fortbestehen kann, das haben wir bei XXV. ebenfalls deutlich auseinandergesetzt.

Noch müssen wir hier einen Umstand erörtern, der genau beweisen kann, wie die Bewegungen, welche ein Thier sowohl in vorliegendem Versuche, wie in den Versuchen XXV. und XXXVII. mit beiden Hinterpfoten (und hier mit der rechten Vorderpfote) macht, durchaus nicht als Reflexbewegungen, sondern als solche zu betrachten sind, welche der Willenseinfluss erzeugt. — Denn, schneidet man einem Frosche zwischen drittem und viertem Wirbel das Rückenmark gänzlich queer durch, so besteht in den Hinterpfoten die Reflexbewegung bekanntlich fort, aber der Wille hat keinen Einfluss mehr darauf. Wären nun die Bewegungen der Hinterpfoten bei XXV. etc. blos einfach reflectirte, so müsste ein Frosch, den man nach gänzlich queer durchschnittenem Rückenmark auf die Erde setzt, eben solche Bewegungen machen, wie der Frosch im Versuche XXV. Denn dort wie hier berührt die Haut beider Hinterpfoten bei den Fortbewegungen des Vorderkörpers den Fussboden, jene wird durch letzteren gereizt, und dadurch Reflexbewegung veranlasst. — Aber setzt man einen nach Versuch XXV. operirten neben einen andern Frosch, dem man bei'm 4ten Wirbel das Rückenmark gänzlich queer durchgeschnitten hat, so wird man den grossen Unterschied gewahren. Ersterer geht, wie ein unverletzter Frosch, zieht beide Hinterpfoten gehörig an, schiebt sich damit vorwärts, etc., letzterer aber schleift seine beiden Hinterpfoten, ohne sie zu bewegen, nach; höchstens hält er die beiden Hinterpfoten im Kniegelenk gebeugt, oder zieht sie dann und wann einmal näher an den Leib, wenn eine Stelle des Tisches einen grösseren Reiz auf die Haut machte. Aber hier ist keine Spur eines Vorwärtsschiebens des Vorderkörpers mittelst der Hinterpfoten vorhanden.

Es ist hier nicht der Ort, über das Wesen des Reflexes und des Willens, so wie über die Aehnlichkeit und Verschiedenheit beider zu reden. Wir werden das an anderm Orte thun. — So viel aber ist gewiss, dass die Fortbewegungen

eines unverletzten Thiers, dass also der Mechanismus des Ganzen nicht unter die gewöhnlichen Reflexbewegungen subsumirt werden darf.

XLVIII. „Wird der Wirbelcanal von hinten her geöffnet, und, hat man vom 3ten Wirbel an abwärts nicht blos die beiden Hinterstränge weggeschnitten, sondern auch so viel als möglich von der substantia spongiosa entfernt, dergestalt, dass, vom 3ten Wirbel an abwärts, vom Rückenmark beinahe nichts anders übrig geblieben ist, als die substantia medullaris antica in Verbindung mit den motorischen Nervenwurzeln des Bauchs und der Hinterpfoten, während die vordere Partie des Rückenmarks, über der Stelle, wo das Wegschneiden der Hinterstränge begonnen wurde, unversehrt geblieben ist, (Fig. 13) lässt man hiernach das Thier eine Zeit lang ruhen, so werden sich folgende Erscheinungen kund geben:“

„Das Thier hat jede willkürliche Bewegung beider Hinterpfoten verloren, denn während der heftigsten Anstrengung der Vorderpfoten zum Vorwärtskommen sieht man nicht die mindeste Bewegung in den Hinterpfoten, vorausgesetzt, dass die Operation mit vollkommener Genauigkeit gemacht worden ist. — Legt man nun das Thier auf den Erdboden, so bemerkt man dagegen, eine halbe Stunde oder längere Zeit nach dem Versuche (selten früher), in fast allen Muskeln der Hinterpfoten anhaltende Zuckungen oder Vibrationen, die von den willkürlichen Bewegungen in den vorderen Theilen des Thiers ganz unabhängig sind; denn sie dauern fort, auch wenn letztere sich nicht bewegen; selbst nach gänzlicher Durchschneidung des Rückenmarks (oder besser: der übrig gelassenen substantia medullaris antica) dauern diese Vibrationen der Hinterpfoten dennoch fort.“

„Diese, sicherlich unwillkürlichen, Bewegungen schienen einige Male durch heftige Anstrengung des Willens ein wenig verstärkt zu werden. Doch war die Wirkung

nicht gross, und schien immer in Verhältniss zur Menge der sitzen gebliebenen substantia spongiosa zu stehen."

„Auch ist es wahrscheinlich, dass dieser Einfluss indirect wirkt; denn heftige Willensanstrengung verstärkt die Respiration und dadurch die Blutbewegung, welche die nächste Ursache jener Muskel-Vibrationen zu sein scheint; denn, je mehr Blut sich über die entblöste hintere Fläche der Vorderstränge ausbreitet, desto mehr verstärken sich die Vibrationen; und dasselbe entsteht auch nach gänzlich durchschnittenem Rückenmark. — Die substantia spongiosa, empfindlich bei der leisesten Berührung*) wird durch das nach und nach sich über dieselbe ausbreitende Blut gereizt; diese Reizung theilt sich den Bewegungsnerven mit, welche sich in ihr endigen, daher die Vibrationen der Muskeln entstehen."

„Wurde die hintere Fläche der substantia medullaris antica eines Frosches, frei von aller grauen Substanz, blos gelegt, so entstehen keine Muskel-Vibrationen. Auch treten sie nicht ein, wenn durch zufällige Umstände das Blut sich nicht über dieselbe verbreitet."

„War die auf den Vordersträngen sitzen gebliebene graue Substanz ein wenig beträchtlicher, so vermehrte nicht nur der Wille jene zufälligen Vibrationen, sondern es entstand dadurch sogar wirkliche und eigenthümliche willkürliche Bewegung."

Was die hier von van Deen mitgetheilten Thatsachen betrifft, so stimmen sie im Ganzen genommen mit unsern Erfahrungen überein. Wir haben die Vibrationen der Muskeln eben so, wie jener, gesehen. Nur dauerten sie oft sehr kurze Zeit, oft traten sie auch wohl gar nicht ein, etc.

---

*) Der Leser wird hier den Widerspruch van Deen's mit einer früheren Aeusserung nicht verkennen, dass nämlich die substantia spongiosa mit dem Messer eingeschnitten werden könne, ohne dass Bewegungen dadurch hervorgerufen würden. — Wir haben oben schon diese Angabe als unrichtig bezeichnet.

Hinsichtlich der Erklärung aber sind wir durchaus nicht mit van Deen einverstanden. Nicht das Ueberfliessen des Bluts auf die hintere Fläche der Vorderstränge erzeugt die Vibrationen, denn sie müssten alsdann viel früher eintreten, als es gewöhnlich geschieht; sondern unsrer Ansicht nach, bewirkt die Coagulation des hier befindlichen Blutes einen anhaltenden Reiz, und dadurch die Zuckungen. Aus diesem Grunde kann man es auch erklären, warum die Vibrationen nicht alsbald nach der Operation, sondern $^1/_2$ — 1 Stunde später eintreten, wenn das geronnene Blut — wie das allgemein bekannt ist — mittelst des Faserstoffs sich zusammenzieht und dadurch eine Zerrung, einen Reiz auf graue Substanz und Markstrang ausübt.

Indess ist es sehr die Frage, ob die Vibration nicht auch, unabhängig vom Blute, von der grauen vorderen Substanz selbst ausgeht. Denn es ist bekannt, dass eine längere Zeit nach der Operation die Action verletzter Theile des Rückenmarks sich einiger Maassen wieder etwas verstärkt, von der Erschütterung durch die Verletzung erholt; und ob alsdann die verletzte vordere graue Subtsanz nicht wieder eine erneuerte Reaction auf vordere Marksubstanz und vordere Wurzeln beginnt, das ist aller dings noch nicht ausgemacht, so gar nicht unwahrscheinlich.— Doch kommt im Ganzen auf diesen Umstand sehr wenig an.

Die andern Folgen dieses Versuchs sind bereits aus dem Früheren bekannt. Man wird aber hier wieder recht klar den Widerspruch van Deen's gewahr, wenn er einmal beobachtet, und richtig mittheilt, dass nach übrig gelassener vorderer weisser Substanz in Verbindung mit den vorderen Nervenwurzeln keine willkürliche Bewegung erzeugt, bei andern Versuchen aber dennoch erzeugt wird; dann aber wieder seine Lehre vorbringt, dass die Willkür nur durch die vordere weisse Substanz unmittelbar vom Gehirne aus dem übrigen Rückenmarke, nämlich der vorderen grauen Substanz und von dieser erst den Nervenwurzeln, mitgetheilt werde.

XLIX. „Oeffnet man einem Frosche den ganzen Wirbelcanal von hinten, entfernt alle vorderen Wurzeln der Hinterpfoten und des Bauchs, schneidet man hiernach die fadenförmige Verlängerung des Rückenmarks hinter der cauda equina durch, und trennt hienach vom Reste der medulla spinalis, von der Gegend des 3ten Wirbels an, das Ganze der Vorderstränge nebst ihren Wurzeln mittelst einer Scheere, dergestalt, dass nichts oder fast nichts von der substantia gelatinosa der Hinterstränge an der substantia medullaris postica sitzen bleibt, lässt man hiernach dass Thier eine Zeit lang ruhen, so werden die stärksten Reize der Hinterpfote nicht die mindeste Bewegung der vorderen Körpertheile hervorrufen."

„Es ist klar, dass dieser Versuch sehr schwer auszuführen ist, denn bleibt an einzelnen Stellen nur wenig von der grauen Substanz sitzen, so entsteht durch Reizung der Hinterpfoten wirkliche Schmerzensäusserung in den vorderen Theilen. — Es ist unumgänglich nothwendig, dass zwischen vorderer und hinterer Körperhälfte des Thieres von dem Rückenmark nur die substantia medullaris postica mit ihren Wurzeln (nervi sensus) übrig bleiben."

Diesen Versuch nach Vorschrift van Deen's auszuführen, ist — ohne das Rückenmark und die sensitiven Nerven mehr oder weniger zu aller Function unfähig zu machen, — unmöglich. — Darum haben wir den Wirbelcanal von der Bauchhöhle aus geöffnet, und dann mit grosser Leichtigkeit vordere Stränge und Wurzeln weggenommen, und nur die hintere weisse Subsanz nebst hinteren Nervenwurzeln übrig gelassen. — Wir haben hiernach gesehen, dass die hintere weisse Substanz allein durchaus unfähig war, irgend ein Gefühl zu bewirken; — wie es hier zwar van Deen angiebt, während er im Versuche XXXI. (p. 72. 73.) jedoch das Gegentheil davon behauptet, und sich einen grossen Widerspruch zu Schulden kommen lässt. Wir verweisen auf das zum Versuch XXXI. Bemerkte, und der Leser wird im Stande sein, sich ein festes

Urtheil zu bilden, wenn er es nicht vorzieht, durch eigne Versuche sich zu überzeugen.

L. „Hat man einen Frosch, wie im Versuche XXX. behandelt, hat man nämlich in der Gegend des 3ten Wirbels, ausser einigen Fasern der substantia medullaris antica, das ganze Rückenmark queer durchgeschnitten, und ausserdem noch alle hintere Nervenwurzeln für die Hinterpfoten entfernt, so wird man nichts desto weniger fast (wenn auch nicht ganz) dieselben Symptome wie bei XXX. sehen; dass nämlich das Thier mit den Hinterpfoten willkürliche Bewegungen macht."

Wir haben, trotz unserer schon bei XXX. mitgetheilten Ergebnisse, auch diesen Versuch wiederholt, und gefunden, dass VAN DEEN's hierhergehörige Angaben durchaus auf Täuschung beruhen. — Ist die ganze substantia grisea durchgeschnitten, so, dass blos die vordere weisse Substanz den oberen und unteren Theil des Rückenmarks verbindet, so hört jede willkürliche Bewegung in den Hinterpfoten auf, und es ist gerade so gut, als hätte man das Rückenmark an dieser Stelle gänzlich durchgeschnitten, gleich viel ob man die hinteren Nervenwurzeln entfernt, oder nicht. — So lange aber auch nur die geringste Portion der vorderen grauen Substanz an der vorderen weissen sitzen geblieben ist, so lange zeigt sich allerdings ein entsprechender Grad von Willenseinfluss auf die beiden Hinterpfoten. — Es ist nicht so leicht, als es scheinen sollte, die Trennung des Rückenmarks genau so zu bewirken, dass nur die vordere weisse Substanz ungetrennt bleibt. Man muss wiederholte Schnitte mit einem scharfen zweischneidigen schmalen Messerchen machen (den ersten oberflächlichen Schnitt durch die hinteren Stränge kann man am besten mit der Scheere ausführen), und alle graue vordere Substanz über der weissen wegschneiden, mit grosser Vorsicht, um die weisse vordere Substanz nicht zu verletzen. Hierbei wische man das in die Wunde dringende Blut recht sorgfältig ab, um genau sehen zu können, was hier um so nöthiger ist,

als es durch die Blutung schwer hält, genau die graue Masse von der weissen zu unterscheiden.

Wir wären nun mit Wiederholung und Prüfung der von VAN DEEN vorgeschlagenen Versuche zu Ende gekommen, und wenden uns zur Untersuchung der Erklärung, welche er davon giebt.

Erklärungen und Folgerungen aus den beschriebenen Versuchen.

Unzweifelhaft, meint VAN DEEN pag. 110, gehe aus den mitgetheilten Versuchen hervor:

A. Es existire eine Circulation des Nervenprincips in dem Rückenmarke.

Wir haben nur wenig gegen diese Ansicht, die wir für gänzlich unstatthaft halten, zu sagen. — Die Experimente, auf welche VAN DEEN diese Lehre stützt, haben wir fast durchgängig als unrichtig beobachtet gefunden. Die von VAN DEEN angegebenen Resultate derselben sind darum durchgängig falsch, wie unsre Erörterung derselben hinreichend bewiesen hat. — Denn wenn wir auch einzelne Thatsachen übereinstimmend mit VAN DEEN fanden, so zeigten sich in der Hauptsache die Resultate unsrer Versuche stets abweichend von denen VAN DEEN's. Alle Versuche, die die circulatio nervea beweisen sollten, bewiesen uns, dass eine solche nicht vorhanden, und VAN DEEN's Lehre eine durchaus auf unzureichender Beobachtung und auf Täuschung beruhende ist. — Es giebt eine Fortpflanzung des Reizes von einem Theil des Rückenmarks zum andern, — das ist aber keine Circu-

lation im v. DEEN'schen Sinne, sondern wir müssen das Rükkenmark als ein aus verschiedenen Abtheilungen zusammengesetztes Ganzes betrachten. Die anatomische Verbindung der einzelnen Abtheilungen (deren es so viele giebt, als Nervenpaare vorhanden sind, wie wir bereits früher erörtert haben) ist uns noch eben so unbekannt, wie die Structur des Rükkenmarks selbst. — Jeder Eindruck, der auf das Rückenmark wirkt, wirkt auf dessen Gesammtmasse in einem Momente; sei es nun Gefühls-, sei es Willens-Eindruck. — Wir dürfen durchaus nicht annehmen, dass ein Theil des Rückenmarks afficirt werde, ohne dass die andern Theile von dem Eindrucke ebenfalls afficirt würden, — und dass ein Eindruck erst an dem primär gereizten Theile, und durch fortschreitende Ausbreitung nach und nach an den übrigen Theilen dieses Organs Statt finden könne. — Nur die von uns oben aufgestellte Annahme ist der Wahrheit gemäss, dass einzelne Punkte oder Abtheilungen des Rückenmarks stärker afficirt werden können als andre, sei es durch Gefühl oder durch den Willen, dabei haben wir früher gesehen, dass krankhafte Beschaffenheit einzelner Theile des Rückenmarks krankhafte Reactionen nur der Nerven, welche von diesem Theile ausgehen, erzeugt, dagegen aber alle übrigen Theile dieses Organs normale Reactionen zeigen.— Wir erinnern an die theilweise Vergiftung des unverletzten Rückenmarks durch Strychnin. Ausserdem ist noch zu bedenken, dass übermässige Anstrengung der Rückenmarks-Action eine Erschöpfung dieses Organs nach sich zieht, welche es oft ganz oder theilweise zu jeder Reaction auf einen Reiz unfähig macht, gegen den es einige Minuten vorher sehr stark reagirte. Darum sehen wir, namentlich bei durch Strychnin vergifteten Fröschen, sehr oft durch Reizung der Hinterpfoten den Tetanus nicht in diesen, sondern in den Vorderpfoten, oder umgekehrt entstehen. Oft entsteht durch einen Reiz gar keine Bewegung, während einige Minuten vorher noch ein

starker Tetanus dadurch hervorgerufen werden konnte. — Aus demselben Grunde aber erklärt es sich, wie bei Fröschen, an denen die Versuche VAN DEEN's gemacht worden waren, welche zum Beweis der circulatio nervea dienen sollten, oft eine von einem Theil auf den andern scheinbar übergehende, sich fortpflanzende, sich weiterverbreitende, gleichsam circulirende Reaction des Rückenmarks zur Bewegung vorhanden war. Durch Reiz einer Pfote bewegte sich erst die zweite, dann die dritte, dann die letzte. — Hieraus ist aber bei weitem noch nicht zu schliessen, dass, bei Bewegung der ersten Pfote, derjenige Theil des Rückenmarks, aus welchem die Nerven für die zweite und dritte Pfote entspringen, von dem ersten Reize nicht afficirt gewesen sei. Im Gegentheil, mit Sicherheit müssen wir annehmen, dass auch die übrigen Rükkenmarkstheile afficirt waren; nur waren diese erschöpft, und da der primäre Reiz stärker auf den Theil des Rückenmarks, aus welchem die Nerven für die gereizte Pfote entspringen, wirkte, als auf die übrigen, wie das bei jedem Reize der Fall ist, so war auch die Reaction des in seiner Action geschwächten Rückenmarks hier geringer; nur der am stärksten gereizte Theil reagirte; die nachfolgenden Bewegungen können auf folgende Weise erklärt werden: Entweder es sind Bewegungen durch den Willen veranlasst, in Folge des nach dem Reize empfundenen Schmerzes (und diese Bewegungen erfolgen bei dem durch die Operation sehr geschwächten Thiere langsamer, als im Normalzustande, daher scheinbar ein Uebergang der Bewegung von einem Theil zum andern in solchen Fällen sich zeigt); oder es ist wirklich nur Reflexbewegung, indem durch die Bewegungen der zuerst gereizten Pfote alle Rückenmarkstheile zur Reaction noch mehr angeregt werden. — Hier kann aber nicht davon die Rede sein, dass dies deshalb geschehe, weil durch Bewegung Empfindung erzeugt werde und umgekehrt, wie fälschlich VAN DEEN behauptet hat, und wovon wir das Gegentheil klar be-

wiesen haben. Sondern wir müssen uns das so denken: Ist eine Partie des Rückenmarks in Action, so wirkt sie, mehr oder weniger, auf alle mit ihr in Verbindnng stehende Theile ebenfalls anregend. — Darum also geht der Reiz von einer Seitenhälfte im Rückenmark so leicht zur andern über; darum geht ein stärkerer von den (unteren) hinteren Theilen desselben so leicht zu den vorderen (oberen) über, und umgekehrt. — Während der Bewegung aber müssen wir uns alle Theile der sie erzeugenden Rückenmarksabtheilung in Action denken; nicht etwa sind dann blos die vorderen Theile (Vorderstränge und graue Substanz) sondern auch die unteren und oberen (Hinterstränge und hintere graue Substanz) vermehrt thätig, und bleiben es, so lange die Bewegung dauert. — Hierdurch aber können und müssen die übrigen Abtheilungen des Rückenmarks, welche mit der ersteren näher verbunden sind, ebenfalls — ohne Einwirkung eines neuen äusseren Reizes — zu grösserer Thätigkeit angeregt werden; zu der Anregung des äusseren Reizes, welcher auch sie traf, kommt jetzt noch eine zweite, eine innere, die der stärkeren Action ihrer Nachbar-Abtheilungen. Und während die erste, äussere Anregung allein nicht im Stande war, sie zu Bewegungen zu veranlassen — da sie zu sehr geschwächt waren (Operation, Blutverlust, etc.), so ist jetzt die zweite, innere, vereint mit jener, allerdings so kräftig, sie zur Reaction anzuregen. — Dadurch also erfolgt die allmählig von einem Theil zum andern sich ausbreitende Bewegung — stets ein Zeichen grosser Schwächung des Rückenmarks, oder nur sehr leichter Reizung. — Nicht aber darf hier eine Einwirkung von der Peripherie her — bei Anregung des zweiten Gliedes zur Bewegung — angenommen werden; eben so wenig, als wir eine Einwirkung motorischer Nerven auf sensitive annehmen können, ein auch von Stromeyer aufgestelltes Gesetz. — Denn es kann, so lange die hinteren Wurzeln des Rückenmarks noch undurchschnitten sind, und hintere und vordere

graue Substanz nicht weggenommen ist, niemals eine Bewegung entstehen, die nicht zugleich oder ausschliesslich durch sensitive Nerven und sensitive Theile des Rückenmarks veranlasst worden wäre. — Schmerzen (und also auch Knieschmerz in der Coxalgie) in Folge von Muskelcontracturen, sind also keineswegs Folge der verstärkten Action der motorischen Fasern des Muskels auf dessen sensitive — sondern umgekehrt: die Contractur entstand erst in Folge der krankhaften Action der sensitiven Muskelnerven auf die motorischen. — Aber die Ursache der Contraction ist hier viel tiefer zu suchen. Denn, wenn wir auch annehmen wollen, die Entzündung etc., z. B. eine Coxalgie, sei durch eine äussere Verletzung, nicht in Folge einer Dyscrasie und Krankheit des Rückenmarks entstanden, so können und müssen wir uns die nachfolgende Contraction (im Hüft-, wie im Knie-Gelenk) nur dadurch erklären: dass die sensitiven Nerven der entzündeten Theile durch die anhaltend abnorme Leitung in's Rückenmark an der Stelle, wo sie ihren Ursprung nehmen, eine Krankheit der grauen hinteren Substanz hervorrufen, welche sich mehr oder weniger der sie zunächst umgebenden grauen und weissen Substanz mittheilt. Mag diese Krankheit nun in einer abnormen Ueberfüllung mit Blut, in Folge zu sehr gereizter Action, mag sie in etwas anderem bestehen (worüber an anderem Orte), so tritt hier jedenfalls ein Missverhältniss zwischen hinterer grauer und weisser Substanz und der entsprechenden vorderen ein; letztere wird von jener nicht mehr, wie im Normalzustande, zu der gewöhnlichen Action veranlasst, sondern es tritt eine übermässige continuirliche Action der vorderen grauen Substanz ein, und somit der vorderen weissen, und der hier entspringenden Nervenwurzeln. Die Folge hiervon ist, dass statt des gewöhnlichen Tonus eine anhaltende Wirkung heftigerer Art auf alle von diesen motorischen Nerven versorgten Muskelpartieen, = Contractur entsteht. — Dasselbe Missverhältniss aber, welches in der vorderen grauen Substanz Anlass zur Contractur ist, bewirkt in der hinteren die krankhafte

Empfindung = Schmerz. — Letzterer tritt nicht bei jeder leichten Störung des normalen Verhältnisses der hinteren grauen und weissen Substanz ein, so wenig als die Contractur bei jeder leichten Störnng der entsprechenden vorderen. Es ist dazu ein gewisser Grad, eine gewisse Intensität nöthig. Doch ist gewiss der Grad sehr verschieden in verschiedenen Individuen, je nach ursprünglich kräftigerer oder schwächerer Organisation, d. h. Präformation leichterer oder weniger leichter Mittheilung des Zustandes von einem Theile des Rückenmarks zum andern. Daraus kann es erklärt werden, wie der Schmerz oft eintritt vor der Contractur, oft die Contractur früher entsteht als der Schmerz.

Was aber Stromeyer's Ansicht von den Sinnes-Verrichtungen betrifft, indem er glaubt, dass bei ihnen sich vorzugsweise die Combination motorischer mit sensorieller Thätigkeit zeige, letztere durch erstere bedingt werde, so müssen wir auch hiergegen bemerken, dass jede motorische Thätigkeit ursprünglich nicht ohne sensitive Statt findet, von letzterer jedenfalls, was den Normalzustand betrifft, abhängig ist. Denn dass nach durchschnittenen hinteren Nervenwurzeln, weggeschnittenen Hintersträngen und hinterer grauer Substanz noch willkürliche, wie Reflexbewegungen (aus centralem Reflex, Irradiation) erfolgen, kann nicht gegen, sondern nur für unsre Ansicht sprechen. — Denn alle diese Bewegungen sind unvollkommen. — Und wenn Stromeyer meint, dass z. B. bei'm Riechen die Sinnesempfindung nur während der Inspiration, also während verstärkter Action motorischer Nerven Statt finde, so entgegnen wir, dass das Factum in den meisten Fällen richtig ist, aber die Erklärung dennoch als unrichtig sich herausstellt. — Denn, um eine verstärkte Inspiration zu bewirken, erregen wir nicht allein die motorischen Inspirations-Nerven, sondern zugleich eben so stark die sensitiven; ja ohne letztere würden wir doch nur unvollkommen inspiriren trotz des stärksten Willenseinflusses, wie aus allen übrigen Begriffen deutlich genug hervorgeht. — Also an die-

ser verstärkten Inspiration nehmen primär schon die sensitiven Nerven den grössten Antheil, und nur durch diese stärkere Erregung, nicht blos der motorischen Inspirationsnerven, sondern aller Respirationsnerven und aller derer, die mit ihnen in Verbindung stehen mittelst des Rückenmarks, machen wir uns zu der Empfindung überhaupt leichter fertig, leichter geschickt. — Wir bereiten dadurch die Geruchsnerven vor, die in die Nase zugleich in grösserer Quantität eingezogenen riechbaren Stoffe leichter zu appercipiren, darum riechen wir also bei der Inspiration, vorzugsweise; und gewöhnlich besser bei tieferer Inspiration, als bei ruhiger. — Dass aber der Geruch bei der Exspiration eben so gut von Statten geht, als bei der Inspiration, dass beweisen alle guten Tabacks-Raucher. Wollen diese die Güte und den Wohlgeruch eines Tabaks recht prüfen, oder durch dessen Geruch sich laben, so stossen sie den Dampf, den sie mit dem Munde anzogen, durch die Nase aus, während sie, nach der Schluckbewegung, exspiriren. — Diese Beobachtung lässt sich an Aerzten oft genug machen, als dass man sich täuschen sollte, und so haben wir sie eben erst wieder, da wir dieses schreiben, von einem unsrer rauchenden ärztlichen Freunde bestätigen hören.

Es ist also gewiss, dass zum Riechen es nur einer Berührung der riechbaren Stoffe mit der Schleimhaut der Nase und den darin ausgebreiteten Riechennerven bedarf, nicht der Inspiration. Letztere bewirkt nur in den gewöhnlichen Fällen die Zufuhr der riechenden Stoffe zum Innern der Nasenhöhle. Und wie es diese, nicht die blose Inspiration ist, welche den Geruch erweckt, das sehen wir an den Bewegungen, welche wir machen, um einen Geruch wahrzunehmen, oder zu prüfen. Wir ziehen in kurzen, raschen Stössen die Luft in die Nase, und bringen dadurch in rascher Aufeinanderfolge eine grosse Menge riechender Theile mit der Schleimhaut in Berührung. Durch diesen rasch wiederholten Reiz erzeugen wir die Empfindung leichter, als durch gewöhnliche, noch so

tiefe, Inspiration. — Nicht also die letztere darf als absolute Vermittlerin der Geruchs-Empfindung betrachtet werden; und was von der Geruchs-Empfindung gilt, das gilt auch, caeteris paribus, von allen übrigen Sinnesempfindungen, und Verrichtungen sensitiver Nerven überhaupt. — Genauere Erörterungen behalten wir einem andern Orte vor. — Ferner behauptet VAN DEEN:

B. Die Nerven sind keineswegs blose Forsetzungen der weissen Rückenmarkssubstanz.

Wir sind hierin, wie aus unseren frühern Versuchen hervorgeht, vollkommen mit VAN DEEN einverstanden; obgleich wir dessen Gründe und Versuche dafür und dagegen nicht ohne Weiteres zulassen. — Wären die Nerven nur blose Fortsetzungen der weissen Substanz, so müsste in den Hinterpfoten das Gefühl fortbestehen, wenn z. B. bei'm 3ten Wirbel die vorderen Stränge, und die ganze graue Masse durchgeschnitten wäre so, dass nur die hintere Marksubstanz noch ungetrennt geblieben wäre. — Ferner müsste die willkürliche Bewegung der Hinterpfoten fortdauern, wenn an derselben Stelle die Hinterstränge und die ganze graue Substanz durchgeschnitten, und nur die vordere Marksubstanz noch unzertrennt geblieben wäre. Beides ist nicht der Fall. — Aber auch die anatomischen Beweise, die wir bis jetzt für jene Meinung hatten, sind keineswegs der Art, dass sie ein Gewicht haben könnten, und binnen kurzer Zeit hoffen wir diese Frage um ein Bedeutendes aufgeklärt zu sehen*).

*) Die Versuche XXV, XLVII, u. s. w. allein wollen wir nicht einmal als Beweise gegen jene Ansicht hervorheben, wiewohl sie es vollständig sind. Denn man könnte eine Kreuzung der Fasern einwerfen — obgleich auch diese — ausser der mit blossen Augen sichtbaren unterhalb der Pyramiden — einer, durchaus nur auf irrigen Versuchen beruhenden, Voraussetzung ihre Annahme verdanken. — Wir hoffen, in nicht zu langer Zeit, auch die von uns hier gemeinten Versuche einer genauen Critik unterziehen, und der ärztlichen Welt zeigen zu können, wie grosser Vorsicht es bedarf, um anscheinend glänzende Resultate aus Experimenten zur Wissenschaft zuzulassen.

Ueber die Endigungsweise der sensitven Nervenwurzeln stellt VAN DEEN, pag. 111 die Meinung auf, dass solche unmöglich in der substantia medullaris postica endigen könnten, weil, wenn es wäre, Queerschnitt durch letztgenannte weisse Substanz (ohne die hintere graue zu verletzen) das wirkliche Gefühl aufheben müsste, indem dieses durch eben dieselbe weisse Substanz zum Gehirn direct geleitet würde.— Da letztere Voraussetzung aber, wie wir gezeigt haben, falsch ist, so kann sie nicht als Stütze für jene Meinung gelten; wohl aber sind wir dennoch mit VAN DEEN's Ansicht einverstanden. Nur ist diese Sache durchaus unbekannt, und mikroscopisch-anatomische Untersuchungen haben bis jetzt über die Verbindung der Nervenwurzeln mit dem Rückenmark noch keinen hinreichenden Aufschluss gegeben.

Wenn aber über den Modus der Empfindungen VAN DEEN die Ansicht aufstellt, dass die sensitiven Nervenwurzeln die empfangenen Eindrücke zuerst der hintern grauen Substanz (subst. gelatinosa) mittheilen, und dass von dieser aus wieder rückwärts die Eindrücke zur hinteren weissen Marksubstanz (subst. medullaris postica) gelangen, um direct von dieser zum Gehirn fortgepflanzt zu werden, — so ist er von dem grösten Irrthum befangen, der sich auf das eben so falsch beobachtete Experiment XXXI. stützt (pag. 74 bei v. DEEN). — Wir haben oben hinreichend über den Gang gesprochen, den die Eindrücke nach dem Rückenmark, und von diesem aus zum Gehirne nehmen, um hier nicht weiter darüber zu reden.— Dass VAN DEEN die Ausbreitung der Veränderungen hinterer grauer Substanz auf vordere annimmt, versteht sich von selbst.

Dass die Eindrücke von den sensitiven Nervenwurzeln sich vorzugsweise in einer Seitenhälfte des Rückenmarks halten, und vor allen Dingen also z. B. Reizung eines sensitiven Nerven der Vorderpfote zuerst oder ausschliesslich Bewegung dieser Pfote erzeugt, — nicht etwa Bewegung einer andern Pfote,— das zeigt die von uns oben mehrfach besprochene präformirte

Anordnung in jeder Abtheilung des Rückenmarks aus der je ein Nervenwurzel-Paar entspringt.

Aus gleichem Grunde erhellt der leichte Uebergang der Reizung einer Hälfte, auf die entsprechenden Theile der andern Hälfte, — u. s. w., wovon VAN DEEN pag. 117 ff. spricht.

Ueber den Gang, welchen der Willenseinfluss auf das Rückenmark befolgt, hat VAN DEEN eben so falsche Ansichten aufgestellt, wie über den des Gefühls. Derselbe behauptet nämlich, in Folge seiner falsch beobachteten Versuche, dass der Wille zuerst auf die substantia medullaris antica, von da auf die vordere graue Substanz rückwärts (oder von Aussen nach Innen) wirke, und dass von hier aus erst die vorderen Nervenwurzeln zur Action angeregt würden (pag. 120). — Wir haben oben bereits genau gezeigt, dass die vordere weisse Substanz unfähig ist, den Willenseinfluss zu leiten; und daraus folgt also ein Zusammenstürzen der VAN DEEN'schen Behauptung.

Die Mittheilung der Eindrücke mittelst der grauen Substanz, und namentlich die Erregung der vorderen Nervenwurzeln durch die substantia spongiosa soll, nach VAN DEEN, durch eine wirkliche Bewegung in der substantia spongiosa entstehen, (pag. 120. 122—128).

Es ist dies eine neue Lehre, welche bis jetzt unsres Wissens, noch niemals von einem anderen aufgestellt worden ist*). — VAN DEEN sagt nämlich, dass, nach Ausweis des Versuchs XXXIX. die substantia spongiosa einer Seite ihre Action nicht auf die der andern Seite ausbreiten könnte (— wir haben die Falschheit dieser Angabe bereits erwiesen —),

*) Es soll sich zwar, auch ohne Bewegung in der substantia spongiosa Schmerz zum Bewusstsein fortpflanzen (nach Vers. XLIV, dessen Unrichtigkeiten wir bereits mitgetheilt haben) — aber schwieriger, als während dieselbe in Bewegung ist. — Absurder und leichtsinniger ist uns noch keine Ansicht in dem ganzen Werke VAN DEEN's vorgekommen, als diese.

und dass, wenn Reizung einer Seitenhälfte Bewegung nicht allein auf dieser, sondern auch der andern erzeuge, dies nur dadurch geschehe, dass die substantia gelatinosa der einen Seite dieselbe Substanz der andern errege, und von dieser aus erst die substantia spongiosa der andern Seite zur Bewegung angeregt werde. — „On s'étonnera peut-être," sagt van Deen p. 122: „que je parle aussi positivement d'un mouvement dans la substantia spongiosa, et néanmoins je me crois fondé à le faire, en vertu des preuves qui me paraissent très-évidentes." Hören wir nun diese evidenten Beweise:

1. Stannius behauptete, dass nach queer durchgeschnittenem Rückenmarke, bei'm 3ten oder 4ten Wirbel, und nach zertrennten hinteren Nervenwurzeln, kein Tetanus der Hinterpfoten erzeugt werden könne. Wir haben oben das Gegentheil bewiesen, und auch van Deen hat dies gefunden. Denn schüttelt man das Thier, eine Zeit nach der Vergiftung, also bewirkt man einen „choc," so entsteht der Tetanus. — (Wir berühren mit der Staarnadel, ohne Erschütterung). Daraus schliesst van Deen mit Recht: die Ursache zum Tetanus muss also im Rückenmark, nicht in den hinteren Wurzeln liegen.

2. Nach dem Versuche XLVIII. (auf dessen Widersprüche wir zum Theil aufmerksam gemacht haben) werden die Muskel-Vibrationen vermehrt, durch Erschütterung oder Bewegung der Hinterpfoten, oder des ganzen Körpers, — mögen sie nun schon von selbst eingetreten sein, und einige Zeit bestanden haben, oder zuerst durch die Erschütterung hervorgerufen worden sein. — Hier erzeugt also wiederum die Erschütterung des Körpers Erschütterung der wenigen grauen Substanz, die noch auf der substantia medullaris antica sitzen geblieben war, und dadurch — also durch die mechanische indirecte Erschütterung, entstand von Neuem die Vibration der Muskeln.

Daraus schliesst van Deen, pag. 125:

a) „Que l'action des nerfs de mouvement produit un mou-

vement dans la substantia spongiosa, et que ce dernier mouvement occasionne une nouvelle action des nerfs de mouvement.“

b) „Que les vibrations continuelles des muscles sont elles mêmes l'effet d'une action continue et réciproque entre la substantia spongiosa et celui des nerfs de mouvement.“

Wir haben seine eignen Worte angeführt, weil wir fürchten zu müssen glaubten, der Leser könne ein gänzliches Missverstehen von unsrer Seite voraussetzen, wenn er diese Behauptungen in der Uebersetzung gelesen hätte. — Es ist kaum glaublich, dass ein Mensch, der gesunde Sinne hat, solche Schlüsse bauen sollte. — Weil ein verletztes Rückenmark durch mechanische Erschütterung zu vermehrter Action, oder zur Reaction überhaupt angeregt wird — desshalb soll die Action seiner die Bewegung veranlassenden Theile, in einer Bewegung bestehen?! deshalb sollen die Bewegungsnerven durch ihre Thätigkeit eine Bewegung in der grauen Substanz hervorrufen, die ihrer Seits dann wieder die Bewegungsnerven anregt?! das heisst doch mehr als leichtsinnig geschlossen! das heisst doch mehr als materiell gedacht!

Wer hat denn je die Bewegung der grauen Substanz gesehen? Wenigstens lässt sich mit der Loupe und unter dem Mikroscop bei schwacher Vergrösserung keine Bewegung in der vorderen grauen Rückenmarkssubstanz (selbst während eines Tetanus) erkennen. Wir müssen daher diese Annahme van Deen's durchaus als ungebührlich zurückweisen! Wir hoffen zu seiner Ehre, dass er sie später selbst zurücknehmen werde. — Und wenn van Deen glaubt, dass diese seine Ansicht ein neues Licht auf das Zittern bei Krankheiten werfe, so wie auf die Wirkung des Strychnins gegen Paralysen, so steht es mit diesem Lichte, wie mit der Ansicht selbst — sehr trübe! Nicht anders steht es mit dem Beweise, den er aus den globulis nucleatis des Rückenmarks herleiten

will — was aber nur erwähnt, nicht ausgeführt wird, und mit dem Vergleiche dieser Bewegung mit der des Bluts in Arterien und Venen.

Zum Beweis, dass die Action der substantia gelatinosa durch die Bewegung der substantia spongiosa unterstützt werde, führt VAN DEEN an: dass, wenn man drei Frösche neben einander setzt, einen unversehrten, einen zweiten, dem die vorderen Nervenwurzeln für die Hinterpfoten durchgeschnitten sind, einen dritten dem ein grosser Theil der Vorderstränge weggenommen worden ist, durch Reizung der Hinterpfoten bei dem ersten sogleich, bei dem zweiten nach einigen Augenblikken, bei dem dritten viel später sich die Zeichen des heftigen Schmerzes einstellen. VAN DEEN bedenkt aber nicht, dass hier noch andre Dinge mit in's Spiel treten, als die blose Abwesenheit der subst. spongiosa bei dem 3ten Frosche. Er bedenkt nicht, dass die Operation das Thier weniger fähig macht, zur raschen Reaction, weil sie dasselbe erschöpft, aus leichtbegreiflichen Gründen; dass also der Krafterschöpfung zuzutheilen ist, was VAN DEEN der Abwesenheit der grauen Substanz zuschreibt. Eben so ist bei'm zweiten Frosch Erschöpfung einiger Maassen mitwirkend. — Aber die Versuche sind nicht stets von den angegebenen Erscheinungen begleitet. Eben so oft geben alle drei Frösche gleich rasch die Zeichen des Schmerzes nach der Reizung zu erkennen.

Doch nicht blos in der substantia spongiosa nimmt VAN DEEN eine wirkliche Bewegung an, sondern auch in der substantia gelatinosa, wie man pag. 136. 137. seiner Schrift lesen kann. Seine Behauptung stützt sich auf folgende Versuche:

Von drei Fröschen schneidet man dem einen die Hinterstränge in der Gegend des dritten Wirbels durch, dem andern alle hinteren Nervenwurzeln für die Hinterpfoten, dem dritten schneidet man vom dritten Wirbel an abwärts die Hinterstränge gänzlich fort, ohne jedoch zu viel graue Substanz mit wegzunehmen. — Legt man alsdann alle drei auf die Erde, und

einen unversehrten vierten daneben, so macht letzterer die lebhaftesten Bewegungen; der erste bald nach der Operation ebenso; der zweite und noch mehr der dritte aber machen nicht blos weniger lebhafte Bewegungen, sondern zeigen darin auch geringere Ausdauer.

Köpft man diese Frösche, und reizt ihre Vorderpfoten, so zeigen der vierte nnd erste Frosch die zweckmässigsten Reflexbewegungen, der zweite und dritte aber zeigen weniger passende Reflexbewegungen. Weil nun der erste stärkere Reaction zeigt als der zweite (was wir nur theilweise, wenn nämlich die hintere graue Substanz nicht total durchgeschnitten ist, richtig finden), so schliesst van Deen: dass die willkürliche Bewegung eines Thiers nicht blos durch das wirkliche Gefühl, sondern auch durch das Reflexgefühl unterstützt werden müsse*); und ferner zieht van Deen daraus den Schluss: dass das Reflexgefühl nicht blos Ursache der Reflexbewegung sei, sondern dass es auch die bereits erregte und thätige Reflexbewegung weiter fortpflanze.

Dass diese Fortpflanzung aber ebenfalls durch eine Bewegung in den Hintersträngen geschehe, das glaubt van Deen dadurch zu beweisen, dass in der Natur nichts ohne Bewegung geschehe, alles in Bewegung sei, alles durch Bewegung geschehe (pag. 142.). Das Gefühl, der Gedanke, die Einbildung, alle und jede Thätigkeit des Gehirns und Rückenmarks geschehe durch Bewegung in ihnen**). So wie Gefühl

---

*) Wir haben oben bereits auseinandergesetzt, wie alle Theile des Rückenmarks zusammenwirken; wir können uns daher hier einer specielleren Erörterung dieser theilweise richtigen Behauptung van Deen's überheben.

**) „Le sentiment ne signifie que l'opération d'une sorte de mouvement dans nous-mêmes et dans d'autres animaux. — Le résultat d'un certain mouvement n'est autre chose qu'un mouvement effectué par un autre mouvement. Le sentiment (tant de réflexion que réel), la pensée, l'imagination, et toutes les opérations de la moëlle épinière et du cerveau se font par le mou-

durch Bewegung entstehe, so entstehe auch Bewegung durch Bewegung. Man könne sagen, dass die sensitiven Nerven eine Bewegung im Hirn und Rückenmarke machten, während die motorischen Nerven Bewegung in den Muskeln vollziehen. Kann man auch an den Nerven selbst keine Bewegung sehen, so sei solche von der substantia spongiosa bekannt, und es sei anzunehmen, dass Bewegung entstehe, nicht blos wo die Nerven ihre Thätigkeit ausführen, sondern auch da, wo sie zu dieser Thätigkeit angeregt werden. — Es sei eben so sicher anzunehmen, dass die Haut (Nerven) mit den Hintersträngen in Verbindung stehe, wie dass die Muskeln mit den Vordersträngen in einem gegenseitigen Verhältnisse stehen. Denn dieselben Bewegungen entständen durch den Willen mittelst der Vorderstränge, wie von der Haut aus durch Hinter- und Vorderstränge. Daraus gehe auch hervor, dass, wie eine Bewegung in den Hintersträngen entstehe durch Erweckung des Gefühls, zu gleicher Zeit eine Bewegung in der Haut Statt finden müsse.

So geistreich wir diese Bemerkungen finden, so können wir nicht umhin, einzugestehen, dass die Gründe, auf welche van Deen jene stützt, theils durchaus falsch, theils gänzlich unerwiesen sind. — Wir kennen nicht die innere Action des Nervenlebens — das ist unsre Gewissheit bis jetzt. Dass sie in einer Bewegung bestehe — ist eine grundlose Behauptung. Wenigstens wissen wir bis jetzt nicht einen einzigen sicheren Grund für eine materielle Bewegung im Nervensystem zu finden. Dessen Functionen gehen auch viel zu rasch von Statten, als dass wir eine materielle Bewegung hierbei als Motiv zur Erklärung benutzen dürften. — Erst wenn wir das Wesen der Electricität, des Lichts, der Wärme u. s. w. genau kennen gelernt haben, dann dürfen

---

vement qui est en eux, aussi certainement, que ces opérations sont excitées par du mouvement" sagt van Deen, pag. 142.

wir hoffen, auch die Nervenaction ihrem Wesen nach zu erfassen.

VAN DEEN macht, pag. 146., einen nicht minder geistreichen Vergleich zwischen Gefäss- und Nervensystem. Das Herz ist der Sammelplatz, in den die Nerven das Blut führen, und aus dem das Arterienblut heraustritt. So auch das Rückenmark, in das das Gefühl hingeleitet wird, und aus dem die Bewegung hervorgeht. — Die Functionen des Herzens entstehen durch vier Theile (atrium dextrum, sinistrum, ventriculus dexter und sinister) analog den vier Substanzen des Rückenmarks (medullaris antica, postica, gelatinosa, spongiosa). — Die Augen verhalten sich zum Herzen, wie das Gehirn zum Rückenmark u. s. w. — So scharfsinnig VAN DEEN Alles dies ausdrückt, so müssen wir jedoch läugnen, dass dadurch im Mindesten etwas für die Wissenschaft gewonnen wäre.

Nun geht VAN DEEN zur Betrachtung der Function der Ganglien über, und vergleicht sie mit dem Capillargefässsystem. — So wie in dem letzteren (einer abgeschnittenen Froschzehe) noch (10 Minuten) eine Zeit lang die Circulation fortdauere*), so zeige sich auch in dem ausgeschnittenen Herzen oder Darmcanal Bewegung durch Reize. Die Ganglien sind, nach V. DEEN, Centra für eine geringere oder grössere Anzahl von Bewegungs- und Empfindungsnerven, zwischen welchen eine Circulation Statt findet, die entweder auf das eine Ganglion beschränkt ist, oder sich auf mehrere ausbreitet, je nachdem der Reiz schwach oder stär-

*) Nur eine mangelhafte Beobachtung kann von fortdauernder Circulation des Blutes in abgeschnittenen Gliedern, oder in Stücken des Merenterium's u. s. w. sprechen. Man sieht Bewegung des Bluts in den Gefässen, weil aus den durchschnittenen Mündungen der Gefässe das Blut sich ergiesst, und darum das in den damit zusammenhängenden Gefässen befindliche Blut nachfliesst, durch den Druck der elastischen Gefässwandungen nach dem Orte hin, wo der Druck geringer ist, vorwärts getrieben wird, d. h. nach der Schnittwunde hin; ist das aber eine Circulation des Bluts?

ker war. Daraus leitet VAN DEEN die entsprechenden Empfindungen und Bewegungen ab. — Indessen ziehen wir es vor, die hier von VAN DEEN gegebenen, nur kurzen Erörterungen, ohne allen und jeden Beweis, (pag. 151 — 155.) über die Function der Ganglien und der mit ihnen verbundenen Nerven mit Stillschweigen zu übergehen, da wir in einer besonderen Schrift späterhin die Functionen dieses Nervensystems abzuhandeln gedenken. — Auch übergehen wir dessen kurze Bemerkungen über die Contraction der Iris (pag. 156 — 159.), die zum Beweise dienen sollen, dass nicht der nervus opticus die Contractionen jenes Theils bewirkt — ein Umstand, der jetzt bereits keines Beweises mehr bedarf.

Und somit hätten wir denn auch diese 2te Abhandlung in allen ihren Theilen erörtert, und alle die Versuche, auf die sie gebaut ist, gewissenhaft und vielfach wiederholt, — also dem Leser einen Faden in die Hand gegeben, nach dem er im Stande sein dürfte, mit mehr Klarheit sich einen Begriff über die Functionen des Rückenmarks und der Spinalnerven zu machen, als es bisher geschehen konnte.

Gehen wir nun zu den Supplementen über, die VAN DEEN seinen beiden Abhandlungen angehängt hat, und in denen er theilweise manche Irrthümer auf eine ächt wissenschaftliche, den Gelehrten zierende Weise, eingesteht, zurücknimmt und verbessert.

Erstes Supplement.

Ausser einigen unwichtigen Bemerkungen enthält dies Supplement die Vorschrift, pag. 162., dass man die gröste Vorsicht bei Anwendung des Strychnin's gebrauchen müsse. Man soll mit der grösten Sorgfalt jede Berührung des Gifts mit irgend einem Theile des Körpers verhüten, aus dem dasselbe z. B. in den unteren Theil des Rückenmarks gelangen kann, wenn man dessen Anwesenheit hier vermeiden wollte. —

van Deen hat hierin vollkommen Recht; und wir haben bei unseren Versuchen merkwürdige Beweise gesehen, wie äusserst geringer Quantitäten von dem Gifte es bedarf, um den Tetanus — freilich erst nach mehreren Stunden — herbeizuführen. — So sahen wir einmal einen Frosch tetanisch werden, nachdem er nur einige Momente auf einem Tische herumgehüpft war, auf dem einige vergiftete Frösche lagen, und die er zufällig berührte. — Einen anderen Frosch mit einfach durchgeschnittenem Rückenmark, liessen wir auf demselben Tische, (der mehrere Tage vorher sorgfältig abgewaschen worden war, um jede Spur des Strychnin's, das durch die damit vergifteten Frösche an dessen Oberfläche gekommen sein konnte, zu entfernen,) eine Nacht hindurch liegen; und am andern Morgen fanden wir ihn tetanisch. — Daher wir, wenn wir den Frosch länger beobachten wollten, stets Sorge trugen, ihn auf einen reinen Teller, oder in irgend ein Gefäss zu legen, in welchem keine Giftspur enthalten sein konnte.

Hat die Vergiftung schon sehr lange Zeit gedauert, so verlangt van Deen, dass man auf die alsdann entstehenden Symptome kein Gewicht lege; denn das Strychnin, und besonders wenn man viel davon gegeben hat, theilt sich sehr leicht mechanisch von dem oberen Theil des Rückenmarks dem unteren mit, wodurch dann ganz andere Resultate entstehen. — Wir verweisen in Bezug auf diesen Punkt auf unsere früheren Mittheilungen, welche alle hier in Betracht kommenden Umstände hinreichend erläutern. — Es müssen, so meint van Deen, die Hinterpfoten beobachtet und geprüft werden, sobald sich Tetanus der Vorderpfoten einstellt. — Auch dieses lässt sich aus dem Mitgetheilten vollkommen beurtheilen.

Zur Unterscheidung der wirklichen Vergiftung von der Reflexbewegung in den einzelnen Hinterpfoten, schlägt van Deen das bekannte Mittel vor, leise auf den Tisch zu klopfen, auf dem das Thier liegt. — In der vergifteten Hinter-

pfote entstehen alsdann Vibrationen (bei geringem Grade der Vergiftung) in der andern nicht. — van Deen sagt hier, dass das genannte Klopfen eine Erschütterung (commotio) in der grauen Substanz verursache. Wir kommen hierauf nicht weiter zurück, bemerken nur, dass das angegebene Mittel keineswegs immer die Hervorrufung des Tetanus bewirkt.

Zweites Supplement.

Enthaltend die neuesten und noch nicht bekannt gemachten Untersuchungen van Deen's.

van Deen beginnt dies Supplement mit einem Widerruf der über das Experiment XII. der ersten Abhandlung mitgetheilten Resultate. — Dort behauptete er, dass das wirkliche Gefühl in den Hinterpfoten schwindet, wenn bei'm dritten Wirbel die Hinterstränge (hintere graue und weisse Substanz) durchgeschnitten worden waren. — Hier sagt derselbe, er habe sich getäuscht; denn: wenn an der Operationsstelle nicht alle substantia grisea von den vorderen Strängen (also vorderer weisser Substanz) weggenommen worden sei, so bleibe allerdings das Gefühl in den Hinterpfoten. — Sogar, wenn eine Seitenhälfte des Rückenmarks gänzlich durchgeschnitten, und auch der Hinterstrang der andern Seitenhälfte getrennt worden sei, dergestalt, dass nur noch ein Vorderstrang mit grauer Substanz an der Operationsstelle den unteren Theil des Rückenmarks mit dem oberen verbinde, soll sich das wirkliche Gefühl von den Hinterpfoten aus dennoch dem Gehirne mittheilen können, so wie auch die Reflexbewegung vom hinteren Körpertheile zum vorderen oder umgekehrt übergehen soll. — Nur wenn die graue Substanz ganz und gar weggenommen worden ist, so dass an genannter Stelle blos die vordere weisse Substanz (Vorderstrang) übrig bleibt, nur dann soll Mittheilung des Gefühls etc. nicht Statt finden. — Hieraus zieht van Deen den Schluss: dass die ganze graue

Substanz das Gefühl vermittele, dass er in der Trennung der substantia gelatinosa und spongiosa zu weit gegangen sei, und dass die w e i s s e v o r d e r e S u b s t a n z a l l e i n für die B e w e g u n g b e s t i m m t s e i.

Wir sehen hier mit Bedauern VAN DEEN aus einem Extreme in das andre verfallen. Während er früher die Resultate seiner Versuche als unumstösslich, als auf das Genaueste beobachtet und bewahrheitet darstellt, ruft er selbst seine wichtigsten Schlüsse und Folgerungen zurück, als Täuschung, — und täuscht sich hier wiederum von Neuem. — Denn: hat man einem Frosche die hintere weisse und graue Substanz durchschnitten, so dass vordere weisse und vordere graue Substanz übrig bleiben*), so entsteht durchaus kein Gefühl mehr von allen den unter dem Schnitt gelegenen Theilen. Lässt man zu viel graue Substanz unzertrennt, dergestalt, dass von der hinteren grauen Substanz eine dünnere oder dickere Schicht mit der vorderen verbunden bleibt, so leitet letztere die Empfindungen von allen unter dem Schnitt gelegenen Theilen, — wie aus unsren eignen Mittheilungen hinreichend hervorgeht. — Daher rathen wir allen denen, welche diese Versuche wiederholen, lieber etwas mehr als die hintere Hälfte der grauen Substanz einzuschneiden, um sicher zu sein, dass die hintere graue Substanz durchgängig getrennt ist, ohne darum die vordere graue Substanz ebenfalls gänzlich durchzuschneiden. — Alsdann wird man bei Reizungen der Hinterpfoten durch Säuren die heftigsten Reflexbewegungen entstehen sehen, ohne dass sich — im Anfange dieser Bewegungen, — die mindeste Spur einer Reaction in den vorderen Theilen zu erkennen giebt. — Die Vorderpfoten

*) Wir haben oben schon wiederholt gesagt, dass eine g a n z g e n a u e Trennung dieser beiden Substanzen nicht möglich ist, wegen der Kleinheit des Rückenmarks und der relativen Grobheit unsrer Instrumente und Verfahrungsweisen. — Daher wir immer nur approximativ verfahren können.

bleiben ganz ruhig, die Augen bleiben offen, die Respiration dauert ungestört fort. — Nur wenn die Reflexbewegungen der Hinterpfoten so heftig werden, dass sie den Vorderkörper vorwärts stossen, erschüttern, so sieht man auch in den vorderen Körpertheilen Bewegungen, willkürliche Bewegungen zur Flucht — nicht aus Schmerz, sondern aus der mechanischen Erschütterung hervorgegangen. Der Frosch will vorwärts, aber das wird ihm schwer, wegen des Schnitts in's Rückenmark, darum strengt er sich mit aller Kraft an, vorwärts zu kommen, er schliesst seine Augen, bewegt die Vorpfoten u. s. w., und giebt so alle Zeichen heftiger Willensanstrengung, — die höchst wahrscheinlich van Deen fälschlicher Weise mit den Aeusserungen von Schmerz identificirt hat. — Wir haben aber oben gezeigt, dass solche Aeusserungen entstehen, auch bei gänzlich durchgeschnittenem Rückenmark; ja man kann das Rückenmark vom 3ten Wirbel an abwärts gänzlich wegnehmen, und man sieht dieselben Symptome, ohne Reizung, wenn der Frosch sich durch eignen Willen vorwärts zu bewegen strebt.

Auch bedarf es bei diesen Versuchen der grösten Vorsicht, um nicht durch den Schluss „post hoc, ergo propter hoc" in grossen Irrthum zu verfallen. — Denn ein Frosch liegt oft eine Zeit lang ruhig, dann bewegt er sich durch eignen Willensantrieb. Hat man nun in der Zwischenzeit einen Reiz angebracht, und es folgt dann die Bewegung, so hätte man sehr Unrecht, sie jedes Mal vom Reize ableiten zu wollen. — Diese Andeutungen dürften hinreichend maassgebend zur Beurtheilung der mitgetheilten Behauptungen van Deen's sein. — Dasselbe gilt auch von den Modificationen der hierher gehörigen Versuche, die van Deen noch zu grösserer Bekräftigung seiner Behauptungen mittheilt. — Es ist dies nemlich die Durchschneidung der vorderen Nervenwurzeln für die Hinterpfoten unter dem Queerschnitt in die hinteren Stränge; — und die Durchschneidung beider Hinter-

stränge und eines Vorderstrangs, dergestalt, dass nur auf einer Seite vordere weisse und graue (und sicher auch ein wenig der hinteren grauen) Substanz übrig bleibt. — Auch hiernach will VAN DEEN bei Reizung der Hinterpfoten Schmerzensäusserungen beobachtet haben.

Auch Magendie wird von VAN DEEN als Gewährsmann für seine Ansicht aufgeführt, — dass die vorderen Wurzeln eben so der Empfindung, wie der Bewegung dienen („qu'ils sont aussi bien pour le sentiment, que pour le mouvement." pag. 168.). — Indessen wir haben uns durch wiederholte Versuche an Katzen durchaus nicht von Magendie's Ansicht überzeugen können. Wurden die vorderen Wurzeln mit der gehörigen Vorsicht gereizt, so empfanden die Thiere nicht das Mindeste davon; jedoch zerrte man sie, und dadurch das Rückenmark, und reizte man so mittelbar durch Berührung mit der Pinzette die naheliegenden hinteren Wurzeln, so entstanden oft Schmerzensäusserungen, die jedoch nur mit Unrecht der Reizung der vorderen Wurzeln hätten zugeschrieben werden können. — Dasselbe müssen wir von den Vordersträngen sagen.

An einer grossen Anzahl von Katzen stachen wir queer durch die vorderen Stränge des Rückenmarks Nadeln an den verschiedensten Stellen ganz durch und durch, und die Thiere wurden davon nichts gewahr. — Zogen wir die Nadel aus, und berührten nur oberflächlich die hinteren Stränge, so entstanden augenblicklich die heftigsten Schmerzensäusserungen *).

Daraus geht hervor, dass Magendie's von VAN DEEN adoptirte Meinung: die Vorderstränge des Rückenmarks seien ebensowohl für's Gefühl, wie für Bewegung bestimmt („il est bien vrai, que les cordons antérieurs de la moëlle épinière sont aussi bien pour le sentiment que pour le mouvement"

---

*) Vorläufig verweisen wir auf unsre Abhandlung in „Roser's und Wunderlich's Archiv" I., wo wir die betreffenden Thatsachen ausführlicher mitgetheilt haben.

pag. 169.) durchaus falsch ist, sogar auch, wenn zugesetzt wird, dass deren Empfindlichkeit von der grauen Substanz herrühre, und dass, ohne diese, sie nur für die Bewegung seien. — Die Täuschung bei diesen Versuchen ist nur zu leicht, und man schreibt eine Function leicht dem einen Theile zu, obgleich sie doch von einem andern bewirkt wird, den man glaubt ausser Wirkung gesetzt zu haben, der sich aber, durch einen Fehler des Versuchs noch in Mitwirkung setzen kann. — Wir wissen nicht, auf welche Weise Magendie, vor dem wir alle persönliche Hochtung hegen, zu seinen Resultaten gelangte; sind aber überzeugt, dass sie aus irgend einem unbeachteten Umstande entsprungen sind, der nicht zu dem Princip des Experiments gehört.

---

van Deen geht nun, pag. 169 u. ff. zu einer Reihe von Erörterungen verschiedener Fragen über, welche wir hier nur kurz berühren wollen. Denn erstens beruhen van Deen's Untersuchungen meist auf falsch beobachteten Experimenten und zweitens wollen wir diese Fragen an einem andern Orte den genauesten Prüfungen unterwerfen.

Zuerst fragt van Deen, woher die Empfindlichkeit der vorderen Wurzeln entstehe; ob durch die Verbindung mit den sensitiven Fasern (an den Endumbiegungsschlingen), wie Carus meine, oder durch die zwischen ihnen befindliche graue Substanz, von dem Punkte an, wo sie sich vereinigt haben (nervus sympathicus), oder durch die Wirkung der gereizten Bewegungsnerven auf die Muskeln, wo die Bewegung letzterer unmittelbar erregend auf die in ihnen enthaltenen sensitiven Nerven wirkt. — Die Meinung Kronenberg's (Müller's Archiv 1839), dass rücklaufende sensitive Fasern an die motorischen Wurzeln (und das Rückenmark) diese sensibel machen, wird von Magendie selbst als unstatthaft wiederlegt, da Durchschnitt des Nervenstamms 4 Linien unterhalb des

Vereinigungspunktes die Sensibilität der vorderen Wurzel aufhob. — Dagegen hält VAN DEEN die Meinung von Carus für wahrscheinlicher, gestützt auf den Versuch XXXIX. (dessen Falschheit wir jedoch bewiesen) aus dem hervorgehen soll, dass mittelst der hinteren Wurzeln der Uebergang der Action von einer Seitenfläche des Rückenmarks auf die andre (unterhalb eines Queerschnitts in die letztere) Statt finde, nicht aber, wenn die hinteren Wurzeln durchschnitten seien. Indess schien auch diese Ansicht wieder ungegründet, weil VAN DEEN, nach Entfernung der ganzen äusseren Haut eines Frosches und Zerstörung der Verbindungen des nervus sympathicus mit dem Rückenmark dennoch die Bewegung in den Hinterpfoten fortbestehend fand, wenn ausserdem wie bei XXXIX. verfahren wurde. — Durch die Wegnahme der Haut u. s. w. meinte er aber dasselbe, wie durch Wegnahme der hinteren Wurzeln bewirkt zu haben. — Wir machen hier nur darauf aufmerksam, dass bei der ganz müssigen Frage, die sich nur auf falsch beobachtete Thatsachen stützt, — denn wir läugnen die Empfindlichkeit der vorderen Wurzeln — VAN DEEN ganz vergisst, dass die hinteren Nervenwurzeln nicht blos in die Haut und den Sympathicus sich fortsetzen, sondern auch in die Muskeln selbst; und dass wir in keinem Theile*) eine isolirte Ausbreitung motorischer Nerven annehmen dürfen.

Ausserdem meint VAN DEEN, pag. 172, es sei bewiesen, dass die motorischen (centrifugalen) Fasern auf die sensitiven (centripetalen) eine Reaction ausübten; obgleich der Beweis schwer dafür zu liefern sei. — Indess auch hiervon haben wir oben das Gegentheil gezeigt, indem wir bei einem vergifteten Frosche ein durch zwei Queerschnitte zwischen dem 3ten

---

*) Jedoch missverstehe man uns hier nicht. An einer einzelnen Faser, an einem nur unter dem Mikroscop zu beobachtenden Stückchen irgend eines der Bewegung dienenden Theils sind allerdings oft einzelne Fasern motorischer oder sensitiver Nerven. Aber ein solches Stückchen ist ja noch nicht das Organ für eine Bewegung.

und 5ten Wirbel isolirtes Stück des Rückenmarks sammt seinen Nerven reizen, zerschneiden, wegnehmen konnten, ohne Tetanus zu erzeugen, der aber augenblicklick durch leise Berührung der Haut einer Hinterpfote etc. hervorgerufen wurde.

Und wenn van Deen, als Beweis gegen die Ansicht von Carus*) aufführt, dass bei Fröschen die oft vorhandene vordere Wurzel des nervus coccygeus die Muskeln der Zehenglieder bewege, während die hintere Wurzel sich in der Haut des Afters endige — dass also hier nicht wohl von einer Endumbiegung in Schlingen bei diesem Nervenpaar die Rede sein könne, so hat van Deen wiederum unbedacht gelassen, dass bei der Vereinigung beider Wurzeln im Ganglion eine solche Vermischung der Nervenfasern eintritt, die bis jetzt genau zu zergliedern noch nicht möglich ist; daher es also auch nicht gesagt werden kann, ob nicht sensitive Fasern mit zu den Zehengliedern, und motorische mit zu der Haut des anus hinlaufen, und dort, also an beiden Stellen, die supponirten Endschlingen bilden**).

van Deen findet noch eine andre Ursache der Empfindlichkeit vorderer Nervenwurzeln, in dem Umstande, dass in deren peripherischem Verlaufe sich sensitive Fasern irgend eines andern Nervenpaars zu ihnen gesellen, und sie empfindlich machen, dergestalt, dass die hintere Wurzel eines Nervenpaares durchgeschnitten sei und die entsprechende vordere Wurzel dennoch ihre Empfindlichkeit beibehalten kann. — (pag. 174.). — Wir können natürlich auf diese durchaus

---

*) Die wir ebenfalls als für durchaus nicht begründet erklären müssen, da die anatomischen Thatsachen durchaus noch solchen Schluss nicht zugeben.

**) Diese sogenannten Endschlingen haben wir in der Froschhaut sehr häufig gesucht; und ganz gefunden, was E. Burdach fand und abbildet. Von Endumbiegungen und Endschlingen aber würden wir nach solchen Untersuchungen noch lange nicht zu reden wagen. — Mehr davon an anderm Orte.

grundlose Hypothese nicht anders antworten, als was wir vom Factum selbst behauptet haben; beides ist falsch, wie das Experiment auf einer Seite positiv, und jeder mangelnde anatomische Beweis (aber wohlverstanden für die vorderen Nervenwurzeln*)) negativ beweist.

Die Entstehung des Schmerzes, behauptet VAN DEEN, zeigt am besten, dass eine unmittelbare Verbindung der gereizten sensitiven Faser mit dem Gehirn nicht nöthig sei zur Erregung von Schmerz, wie sowohl des Exper. XIII. als der Versuch XXV. und XLVII. beweisen. — Hierdurch wird, wie wir auch bereits oben gesagt, die ganze centrale Endumbiegungsschlingen-Theorie über den Haufen geworfen. — VAN DEEN nimmt hiergegen an, dass die motorischen Nerven mittelst der grauen Substanz ebensowohl auf die sensitiven wirken, wie es von letzteren mit Sicherheit bekannt ist, dass sie auf erstere wirken. — („Ce que la substance grise est en état de faire dans le mouvement de réflexion, elle peut aussi le faire dans le sentiment réel"). — Ja, er meint sogar einen Beweis zu haben, dass es nicht einmal der grauen Substanz bedürfe, also auch nicht des Rückenmarks, um eine Wirkung der sensitiven Nerven auf motorische zu sehen. — Dieser Beweis soll darin bestehen, dass man an einem frisch abgeschnittenen Froschschenkel Muskelzucken durch Betupfen der Haut mit ein wenig Schwefelsäure hervorbringen könne. — Indessen möge der Leser hieraus wieder entnehmen, wie leicht sich VAN DEEN seine Gründe macht. — Denn die Bewegungen der Muskeln entstehen allerdings — aber sehr Unrecht

*) Denn von dem peripherischen Verlaufe vorzugsweise motorischer Nerven, z. B. des facialis, wissen wir durch Magendie's vortreffliche Untersuchungen, dass Beimischung sensitiver Fasern den Stamm jener Nerven empfindlich macht. — Dann ist die Empfindung aber nur in jenen sensitiven Fasern, nicht in den juxtaponirten motorischen, deren Unterscheidung im Nervenstamm freilich meistens unmöglich ist.

würde man in diesem Falle haben, sie als eine Folge der Einwirkung sensitiver Nerven (auf motorische ohne Einwirkung des Rückenmarks) zu betrachten. — Denn die Schwefelsäure wirkt in diesem Versuche ja nicht blos auf die Haut, sondern auf die Muskeln selbst*), also auch direct auf deren motorische Nervenfasern; und es ist also in diesem Falle die Muskelbewegung derjenigen gleich zu setzen, die bei einem Frosche nach Wegnahme der Hinterstränge und des grössten Theils der grauen Substanz, noch durch den Willen entsteht; also ist hier nur von einer Bewegung die Rede, die ohne Vermittlung sensitiver Nerven erzeugt wird.

Indem van Deen, pag. 179 u. ff., nochmals angiebt, dass er in der Eintheilung des Rückenmarks in die vier genannten Substanzen zu weit gegangen sei, giebt er nun eine andre Ansicht über den Gang der Empfindung und Bewegung im Rückenmarke. — „Die centrifugalen Fasern erhalten ihre bewegende Kraft von der grauen Substanz**), und die centripetalen Fasern verursachen die Thätigkeit der grauen Substanz."

„Die centripetalen Fasern haben nicht nöthig, direct die Eindrücke dem Gehirn zu überbringen, um das wirkliche Gefühl zu erzeugen. Jede centripetale Faser überbringt den erhaltenen Eindruck der nächsten von ihr berührten grauen Substanz" ***).

---

*) Will man sich davon überzeugen, so darf man nur die Haut ablösen, und man wird die unterliegende Muskelsubstanz durchaus verändert finden, spröde, weisslich, und bald genug unfähig zu fernerer Action. — Die Säure wirkt rasch durch die Haut hindurch ätzend zerstörend.

**) Während wir aus unsren Versuchen — nicht aus denen van Deen's — dies Resultat gewonnen haben, nimmt es sonderbarer Weise van Deen, — gegen das, was seine Versuche annehmen lassen — an; widerspricht sich aber gleich nachher, wie wir bald sehen werden.

***) Wäre dies richtig, so wäre die hintere weisse Substanz überflüssig. Wir haben oben bereits hierüber unsre Meinung ausgesprochen. Die sensitive Faser bringt den Eindruck der hinteren weissen, und mittelst dieser der grauen Substanz.

„Die graue Substanz theilt die von den centripetalen Fasern erhaltene Reizung den centrifugalen Fasern mit, (Reflexbewegung) oder leitet sie zu dem das Gefühl bedingenden Theile des Gehirns (wirkliches Gefühl), oder zu beiden (Reflexbewegung und wirkliches Gefühl)“ *).

„Die graue Substanz des Rückenmarks wirkt direct auf das Gehirn, und vice versa.“

„Die centrifugalen Fasern erhalten ihre bewegende Kraft von der grauen Substanz des Gehirns, oder des Rückenmarks, oder von der grauen Substanz der Ganglien“ **).

„Um willkürliche Bewegung zu erzeugen, muss das Gehirn direct seine bewegende Kraft auf die centrifugalen Fasern ausüben; dennoch aber bedürfen diese Fasern des anhaltenden Einflusses der grauen Substanz des Rückenmarkes***); denn anders lässt sich der Versuch XLVIII. nicht erklären,“ „si je renonce à ma précédente théorie, comme il parait ici,“ fügt VAN DEEN hinzu.

„Die centrifugalen Fasern bringen die Action des Hirns und Rückenmarks zu den Muskeln, und zugleich reizen sie oft auch die centripetalen Fasern der beiden genannten Cen-

---

*) In Beziehung auf alle diese nur theilweise richtigen Angaben verweisen wir auf das oben von uns bereits Mitgetheilte.

**) Diese, auf die graue Substanz der Ganglien Bezug habende Aeusserung ist wahrhaft aus der Luft gegriffen, und stützt sich auf gar Nichts, wie wir später noch sehen werden.

***) Hier liegt wieder der grosse Widerspruch VAN DEEN's, in den er, getäuscht durch seine Versuche, gefallen ist. Denn sogleich darauf sagt VAN DEEN in einer Anmerkung: „On ne peut pas dire que le cerveau opère directement sur la substance grise de la moëlle épinière, et par cette substance seule indirectement sur les fibrilles centrifuges, car si c'était le cas, alors une grénouille devrait encore pouvoir faire des mouvements volontaires avec ses pattes de derrière, quand la substance blanche antérieure serait seule entièrement tranchée, et ce n'est pourtant le cas. — Und doch giebt es keinen Versuch, der ein stringenteres Gegentheil zeigte, als gerade dieser Versuch von dieser grundfalschen Behauptung VAN DEEN's, wie wir bereits oben mitgetheilt.

traltheile*). Hieraus entstehen die zweckmässigen Reflexbewegungen, die grösstentheils uns unbewusst sind. — Zu derselben Zeit, wo wir einige willkürliche Bewegungen machen, entstehen mehrere zweckmässige Reflexbewegungen, die mit den willkürlichen in Zusammenhang und Uebereinstimmung sind**). Denn es bedarf nur weniger centripetaler Fasern, um tausende von centrifugalen, mittelst der grauen Substanz in Action zu versetzen."

„Bleiben auch die meisten zweckmässigen Reflexbewegungen ausser unsrem Bewusstsein, so sind wir aber doch im Stande, sie zu erkennen, und dadurch zu verhindern, dass sie nichts von ihrer Zweckmässigkeit verlieren; unsre Sinne wachen gleichmässig über die Reflexbewegung, wie über die willkürliche Bewegung***)."

„Die Vollkommenheit und Zweckmässigkeit der Reflexbewegung hängt ausserdem nicht blos von der angebornen Eigen-

*) Eine Behauptung, deren Unrichtigkeit, was den letzten Satz betrifft, wir oben bereits nachgewiesen haben. — Und die Ableitung der zweckmässigen Mitbewegungen hieraus ist ebenfalls gänzlich unstatthaft..

**) Ueber die Coordination der Bewegungen haben wir ebenfalls früher schon unsre Ansicht mitgetheilt. — Die von van Deen hier aufgestellte Annahme ist eben so falsch, wie die in einer Note mitgetheilte, dass: „peu de fibrilles centrifuges sont en état de mettre en action d'autres fibrilles centrifuges; .... les fibrilles centrifuges d'une moitié de la moëlle épinière ne peuvent exercer de l'influence sur les fibrilles centrifuges de l'autre moitié sans l'intervention des fibrilles centripètes." Eben so viele Unrichtigkeiten als Behauptungen.

***) Auch hierüber haben wir bereits oben unsre Ansicht mitgetheilt. Ausführlicher in Roser's und Wunderlich's Archiv l. c. — Der Wille ist nicht allein nicht im Stande die Reflexbewegungen zweckmässiger zu machen, sondern b e w i r k t o f t s o g a r d a s G e g e n t h e i l. Alles hängt von dem normalen Zustande der eigenthümlichen Organisation des Rückenmarks ab, ob die Reflexe und Coordinationen zweckmässig sind oder nicht. — Der Wille kann den Reflex hemmen, und thut es gewöhnlich — macht ihn aber nicht zweckmässiger.

schaft des ganzen Nervensystems, und besonders von dem Verhältnisse zwischen centrifugalen und centripetalen Fasern (direct, oder indirect mittelst der grauen Substanz) ab, sondern jene vermehrt sich immer mehr durch Uebung und Gewohnheit.“ *)

Ueber die Function der Ganglien stellt VAN DEEN, pag. 182, folgende Ansichten auf: „Die graue Substanz der Ganglien nimmt ebenwohl die Eindrücke der centripetalen Fasern auf, und pflanzt sie auf centrifugale weiter fort**), — und so entsteht durch die Ganglien der organischen Nerven organische Bewegung und organische Reflexbewegung, und durch die Cerebrospinalganglien wird automatische (Reflex-) Bewegung und gleichfalls organische Bewegung erzeugt.“

„Wenn in den Ganglien keine centrifugalen Fasern vorhanden sind, wie in denen der hintern Rückenmarksnervenwurzeln***) so kann eine sehr geringe Anzahl centripetaler Fasern

---

*) Was hier VAN DEEN von der „nature innée“ des Nervensystems sagt, nähert sich unsrer Ansicht einiger Maassen. Man vergleiche übrigens unsre Abhandlung in Roser's und Wunderlich's Archiv l. c.

**) VAN DEEN betrachtet also hier die Ganglien als vollkommene Reflexions-Apparate, — aber ohne den allermindesten Grund dafür zu haben. — Jedenfalls ist VAN DEEN's Behauptung, so wie sie hier aufgestellt ist — falsch. Ohne Vermittelung des Rückenmarks üben die Ganglien keine Reflexaction — wenigstens nicht die an den Spinal-Nerven befindlichen. — Wir werden an anderm Orte ausführliche Erörterungen und Erläuterungen dieses wichtigen Punktes geben; daher wir hier vorläufig solche unterlassen.

***) VAN DEEN giebt hier eine bedeutende Blösse seiner anatomischen Kenntnisse. Schon Haase (1772) u. a. haben nachgewiesen, dass in den Ganglien der Spinalnervenwurzeln nicht blos hintere Wurzelfäden sondern auch wenige von den vorderen Wurzeln enthalten sind, wenn gleich nur ein sehr kleiner Theil der letzteren manchmal in das Ganglion wirklich eintritt. Wenn aber nun gar die Spinalganglien bei Fröschen betrachtet werden, aus denen VAN DEEN doch eigentlich seine Resultate entnommen hat, so sieht ein Jeder leicht, wie beide Nervenwurzeln, hintere wie vordere

die Eindrücke zur grauen Substanz*) übertragen, und diese theilt sie mehreren oder allen in diesen Ganglien enthaltenen Fasern mit.“

„Man sieht hieran“, meint VAN DEEN, „den grossen Nutzen der Ganglien der hinteren Nervenwurzeln; sie dienen dazu, um die Eindrücke zu sammeln, damit es keine Faser gebe, die nicht in Berührung mit der grauen Substanz und der Oberfläche des Körpers stehe, dass also kein Eindruck auf der Körperoberfläche von dem Nervencentrum ausgeschlossen sei. — Mit andern Worten, dass kein Punkt an der Körperoberfläche unempfindlich sei**).“

„Was in den Ganglien“, fährt VAN DEEN fort, „die keine centrifugale Fasern enthalten, Statt findet, kommt auch in den sogenannten organischen Ganglien vor, und in denen, die man ganglia cerebrospinalia nennt, wenn die Reizung der centripetalen Fasern so stark ist, dass die centrifugalen Fasern derselben Ganglien nicht im Stande sind, zweckmässig zu reagiren, noch die Action der höheren Centra hervorzurufen. — Alsdann werden die erhaltenen Eindrücke durch die centripe-

---

in das Ganglion selbst eintreten, und letzteres nicht so vorzugsweise der hinteren Wurzel angehört, wie bei den Säugethieren.

*) Fälschlicher Weise betrachtet VAN DEEN die graue Substanz der Ganglien als identisch mit der grauen Substanz des Rückenmarks. — Beide Substanzen aber sind durchaus von einander verschieden, wie hoffentlich bald gezeigt werden wird, ausser dem bereits bekannten; deshalb sind alle diese Schlüsse VAN DEEN's durchaus unbegründet.

**) Lauter Hypothesen, die eines jeden Grundes ermangeln, und die wir billig ohne weitere Widerlegung übergehen dürfen. — Eine jede Oertlichkeit der Empfindung müsste, wenn VAN DEEN's Ansicht richtig wäre, vollkommen verschwinden, ein jeder, auch noch so schwacher Eindruck würde einem starken gleiche Empfindung bewirken, und das Ganglion an den hinteren Wurzeln würde überhaupt als überflüssig erscheinen, da die graue Rückenmarkssubstanz dessen Function üben könnte.

talen Fasern zum Rückenmark und zum Gehirn geleitet, gerade so, wie es von den Spinal-Ganglien angegeben wurde*).“

„Die graue Substanz, sagt VAN DEEN weiterhin, ist das Centrum, welches die Eindrücke empfängt und weiter verbreitet. — Sie kann mit aller ihrer centralen Kraft den Eindruck, welchen sie von einer Nervenfaser erhielt, fortpflanzen. Ihre Reaction ist gleich, mag sie von einer oder von tausend Fasern gereizt worden sein. Reizung von einer Faser könne oft stärker sein, als von tausend. Ein leichter Schlag auf eine grosse Oberfläche unsers Körpers gegeben, erregt weniger, als ein Stich mit der feinen Spitze eines Instruments**).“

„Hieraus erkennen wir“, spricht v. D. ferner, „den grossen Nutzen der grauen Substanz. Sie ist eigentlich das Haupt-Agens („le pouvoir actif“) des ganzen Nervensystems. Die Primitivfasern sind blos dazu da, um dieses Agens mit allen Körpertheilen in Verbindung zu setzen. Die graue Substanz bedarf nicht der Tausende von Nervenfasern um in Thätigkeit gesetzt zu werden; eine einzige Faser ist im Stande es zu thun. Aber diese Fasern sind nothwendig, damit Reizung ei-

---

*) Auch diesen Satz müssen wir mit dem vorhergehenden in eine Categorie setzen. — Uns ist kein Unterschied zwischen Ganglia spinalia und cerebrospinalia bekannt. — Ausser den Spinal-Ganglien giebt es ja doch keine Cerebrospinalganglien an den Rückenmarksnerven. — Die nervi Vagi und Glossopharyngei etc. sind aber noch zu wenig gekannt, um jenen Ausspruch darauf anzuwenden.

**) Einseitig aufgefasste Thatsachen, die, in dieser Form nur zu Verwirrung und Irrthum führen können. Es ist bei diesen Dingen stets zu bedenken: caeteris paribus. Es können allerdings viele Fasern von einem schwachen Reize getroffen werden, und dann folgt eine Reaction, die viel schwächer sein kann, als nach heftigem Reize auf eine oder wenige Fasern. — Wenn aber ein Nadelstich (auf einige Fasern) stärkere Reaction bewirkt, als ein leiser Schlag auf tausend Punkte (oder Fasern) so ist es eben so wenig zweifelhaft, dass tausend Nadelstiche auf die vom Schlage berührten Stellen eine tausend Mal so starke Reaction bewirken, als die erste war, die von dem einen Nadelstiche erzeugt ward.

nes jeden Körpertheils dasselbe thun, und die graue Substanz auf jeden Theil reagiren könne. — In einem Worte, die Nerven sind nichts anders als Conductoren der Thätigkeit der grauen Substanz. — Man hat dieser Meinung erwidert, dass in diesem Falle es unmöglich sein würde, durch die Nerven, nach ihrer Trennung vom Rückenmark und Gehirn, Einwirkung auf die Muskeln hervorzurufen, durch mechanische Reizung jener, wie das bekannt ist. — Das beweist aber nichts. — Die Thätigkeit der grauen Substanz ist ein Reiz für die Nervenfasern; mechanische Berührung letzterer, Galvanismus etc. sind auch Reize für dieselben. — Kann man aber diese Reize mit dem von der grauen Substanz vergleichen?"*)

Van Deen schliesst hiermit seine Betrachtungen über das Nervensystem, die neben vielem Wahren sehr vieles Unwahre enthalten, zu dessen Annahme ihn die aus seinen mangelhaften Versuchen gezogenen falschen Beobachtungen verleitet haben. — Er fügt daher — und wir führen das zu seiner Ehre mit besonderem Vergnügen an — pag. 185 u. ff. noch einige Bemerkungen an, die ihm bei Wiederholung einiger Versuche sich aufgedrungen haben. Und dazu gehört vorerst die Wiederholung des Experiments XXXI.

van Deen sagt darüber Folgendes: „es scheint mir, dass der Grund, warum in diesem Versuche die hintere weisse Substanz allein so schwer und in so geringer Menge das Gefühl zum Gehirn leitet, dem Umstand zugeschrieben werden muss, dass die Reflexbewegungen auf fast alle erhaltenen Eindrücke reagiren**) und dass hier

---

*) Wir billigen vollkommen diesen Satz, und leiten ihn aus allen unsren Untersuchungen ab. (Siehe Roser's und Wunderlich's Archiv, l. c.). — van Deen's Versuche aber motiviren denselben keineswegs, wie wir das bereits wiederholt gezeigt haben.

**) Dass demnach für die Weiterleitung der Eindrücke nichts mehr übrig bleibe, — setzen wir, zum Verständniss (in van Deen's Sinne), zu.

keine graue Substanz mehr vorhanden war, um das Gefühl fortzupflanzen."

Also nimmt VAN DEEN dennoch an, dass auch die hintere weisse Substanz das Gefühl fortzupflanzen im Stande sei — auch ohne graue Substanz, — in directem Widerspruch mit dem, was er beweisen will, dass nämlich alles was die Hinterstränge bewirken, nur durch die graue Substanz geschieht. — Man sieht, wie schwierig es VAN DEEN hier wird, sich von dem Irrthume loszusagen. Er zweifelt an der Leitungsfähigkeit der hinteren weissen Substanz allein, und sucht es zu erklären, warum sie die Eindrücke nicht leitet; aber doch gesteht er ihr wieder eine schwache Leitungsfähigkeit zu; während er im Versuche XXXI. solche mit gröster Bestimmtheit behauptet: „Je me suis complètement convaincu, que le sentiment n'est pas détruit dans une grenouille dont la moëlle épinière a été preparée de cette manière." Die Präparation aber soll so ausgeführt werden, dass von dem Rückenmark „la partie antérieure n'est unie à la partie postérieure dans la région de la troisième vertèbre, que par la partie medullaire des cordons postérieurs," und dass die vorderen Stränge, und „toute la substantia cinerea" durchgeschnitten sind. — Indess haben unsre Versuche uns gelehrt, dass jegliches Gefühl verloren geht, wenn der Versuch genau nach VAN DEEN's Vorschrift ausgeführt wird. — Wir haben hier wiederum eine Probe, wie wenig man auch den am bestimmtesten ausgesprochenen Behauptungen VAN DEEN's unbedingten Glauben beimessen dürfe.

VAN DEEN zieht aber aus diesem Versuche noch einen Schluss, dessen Rüge wir nicht unterlassen dürfen. Er sagt nämlich, pag. 185, dass der Versuch XXXI. erkläre, warum wir die gewöhnlichen Veränderungen und Bewegungen im Innern unsrer Organe, die von dem organischen Ganglien-System abhängig seien, nicht fühlen. — Denn, so lange die graue Substanz in den Ganglien noch im Stande sei mittelst der cen-

trifugalen Fasern auf alle die von den centripetalen erhaltenen Eindrücke zu reagiren, so fühlten wir nichts, weder den Eindruck, noch die Reaction; aber, wenn die Eindrücke sehr stark seien, so theilten sie sich durch die centripetalen Fasern zuerst dem Rückenmarke und dann dem Gehirn mit. — Und, könnte die graue Substanz der Ganglien in directer Berührung mit dem Gehirn sein, so würden wir, in entgegengesetzter Weise, alle Eindrücke fühlen, welche diesen Ganglien mitgetheilt würden. Denn die graue Substanz des Rückenmarks sei ohne Unterbrechung im unmittelbaren Contact mit dem Gehirn, und deshalb fühlten wir, oder könnten wir alle die dem Rückenmarke mitgetheilten Eindrücke fühlen. Wenn daher an irgend einer Stelle die graue Substanz des Rückenmarks zerstört sei, so bestehe dasselbe Verhältniss zwischen dem Gehirn und dem Theile des Rückenmarks unterhalb der verletzten Stelle, wie zwischen dem Gehirne und den Ganglien.

Diese Lehre, welche theilweise bereits von Henle früher aufgestellt war, stützt sich auf die durchaus falsche Ansicht, dass die graue Substanz der Ganglien identisch sei mit der grauen Substanz des Rückenmarks und Gehirns. Wir sagen vorläufig weiter nichts, als dass diese Ansicht grundfalsch ist, und machen die Leser nur darauf aufmerksam, dass binnen Kurzem in einer anatomischen Abhandlung eines unsrer Freunde die genaueren Erörterungen und Beweise gefunden werden können. Was aber die Hauptsache ist, besteht darin, dass van Deen die falsche Lehre aufstellt: dass die Entstehung des Gefühls verhindert und gleichsam absorbirt werde, wenn die Reflexbewegungen im Rückenmarke wie in den Ganglien vollständig auf den Reiz reagirten, also gleichsam der Reiz durch Reflexbewegung neutralisirt würde. Dass dagegen Bewusstwerden des Reizes eintrete, wenn die Reflexbewegungen nicht hinreichten, auf den Reiz zu reagiren, alle Eindrücke gleichsam zu neutralisiren.

Die Falschheit dieser Behauptung liegt klar zu Tage. Wir würden, wenn sie wahr wäre, die unglücklichsten Ge-

schöpfe sein. — Von den geringen Empfindungen die auf unsre Oberfläche, auf unsre Sinne wirkten, würden wir nichts gewahr; denn die Reflexbewegungen würden darauf reagiren, und also der Eindruck in jedem betreffenden Ganglion gleichsam absorbirt, nicht weiter zum Gehirn oder Rückenmark geleitet werden*). — Fernerhin würde auch das Rückenmark selbst nicht nöthig sein, zur Reaction auf die geringeren Reize auf die Körperoberfläche. Sobald solche zu den Spinal-Ganglien gelangten, würden diese die mit ihnen verbundenen motorischen Nerven (ein Umstand den VAN DEEN mit Unrecht läugnet**) zur Reflexion anregen, und die entsprechende Bewegung veranlassen. Denn VAN DEEN hält ja die Bewegungen, welche in einem frisch abgeschnittenen Froschschenkel entstehen, für die Folge der Reaction sensitiver Nerven auf motorische, ohne Vermittlung des Rückenmarks, und kann sie, wenn er seiner Lehre treu bleiben will, nur für reflectirte halten***).

*) Am übelsten würden dabei diejenigen Thiere sich befinden, bei denen die vorderen Wurzeln des Rückenmarks eben so wohl in das Ganglion eingehen, wie die hinteren Wurzeln, wie z. B. bei Fröschen, wo jede Untersuchung mit grosser Leichtigkeit dies zur Evidenz zeigt, wo wir sogar bei mikroscopischer Untersuchung, bei Vergrösserung von 50—60 linear, auf das Deutlichste sehen, wie die Fasern aus beiden Wurzeln sich innerhalb des Ganglions vielfach durchkreuzen, und zwischen die Ganglienkörper eingelagert sind. Und doch haben die Frösche eine so empfindliche Haut!

**) Bei den Säugethieren sind die Uebergänge der vorderen Nervenwurzel-Fäden in das Ganglion allerdings sehr selten, nicht zahlreich; oft sind es nur ein oder zwei Primitiv-Bündel, die am unteren Rande in die Masse des Ganglions übergehen, oft findet man keinen Uebergang eines solchen. — Aber bei den Fröschen, von denen v. D. seine Lehre abstrahirt, ist es doch anders!

***) Wir haben oben bereits den wahren Grund dieser Bewegungen angeführt. Wäre aber VAN DEEN's Ansicht richtig, so müssten auch nach weggenommenem Rückenmarke, oder nach Durchschneidung aller Nervenwurzeln, durch leichte Reize der Pfoten auch leichte Reflexbewegungen entstehen, blos durch die Spinal-Ganglien, was doch sicher nicht im mindesten der Fall ist, obwohl bei den Fröschen beide Wurzeln ganz oder fast ganz in das Ganglion eingehen.

Ausserdem aber lässt VAN DEEN hierbei ganz unberücksichtigt, dass die Nervenfasern, welche die Ganglien mit dem Rückenmarke verbinden, selbst sehr gute Leiter der Empfindungen sind; also kein Grund existirt, warum sie nicht jeden dem Ganglion überbrachten Eindruck weiter fortpflanzen sollten, da sie doch mit der grauen Substanz des Ganglions selbst verbunden sind. — VAN DEEN verfällt also hier in denselben Irrthum, wie bei der Deutung der weissen und grauen Substanz des Rückenmarks. — Die weisse Substanz leitet gar nicht — wenn sie nicht mit der grauen verbunden ist. VAN DEEN sagt fälschlich, sie leite nur schwer und wenig. — Aber die rami communicantes leiten im Gegentheil sehr gut. — Was ist also das Hinderniss, welches die Weiterleitung der Eindrücke aus den organischen Ganglien in's Rückenmark und Gehirn verhindert, respective das Bewusstwerden ihrer Action nicht zu Stande kommen lässt? VAN DEEN's Ansicht lässt uns darüber ganz im Stich. — Wir müssen daher gegen denselben schliessen:

Während die graue Substanz des Rückenmarks die Eindrücke fortleitet, und zum Bewusstsein bringt, wird durch die graue Substanz der sympathischen Ganglien diese Fortleitung verhindert. — Wie und wodurch dies aber geschieht zu erörtern, und warum die Spinalganglien die Eindrücke nicht hemmen, zum Bewusstsein zu kommen, das verlangt die ausgedehntesten Untersuchungen, die wir uns ebenfalls für einen andern Ort vorbehalten müssen.

Ferner theilt VAN DEEN, pag. 186 mit, er habe den Versuch XLVII. wiederholt, und beobachtet, dass durch Reizung des Kopfes auch Bewegung der rechten Vorderpfote entstand, nicht blos, wenn die hintere Nervenwurzel für die linke Vorderpfote, sondern auch wenn zugleich dieselbe für die rechte Vorderpfote durchgeschnitten worden war.

Es gereicht uns zu einer ganz besonderen Genugthuung, dass VAN DEEN auf solche Weise einen Theil dieses Versuches so gesehen hat, wie wir es dargestellt, und genau beschrieben haben. — Aber während VAN DEEN dies eine Factum zugiebt, versteht es sich von selbst, dass er damit seine ganze darauf gebaute Lehre über den Haufen werfen muss, wie wir das bereits oben gethan haben. — VAN DEEN führt freilich nur einfach jenes Factum an, nicht aber die nothwendig daraus hervorgehenden Consequenzen. Doch bemerkt er noch, dass die in diesem Versuche entstehenden Bewegungen der Hinterpfoten in Folge der Reizung des Kopfes nicht als Reflexbewegungen, sondern als willkürliche zu betrachten seien. — Somit wäre also das Meiste im Versuch XLVII. von VAN DEEN Behauptete von ihm selbst factisch widerrufen. Seine ganze Lehre, dass Gefühl Bewegung erzeuge, und Bewegung Gefühl, wäre somit auch von ihm selbst als Täuschung anerkannt; ein für uns um so freudigerer Umstand, als die Widerlegung nur sehr schroffe Seiten bieten konnte.

Ausserdem theilt VAN DEEN, pag. 186. 187, noch Folgendes mit: Wenn man einen Queerschnitt durch eine Seitenhälfte des Rückenmarks macht, und diesen über die Mittellinie hinaus, noch bis in die andere Seitenhälfte führt, dergestalt, dass auch ein Theil der andern Seitenhälfte mit durchgeschnitten wird, (Fig. 16) so verändert das durchaus nichts. Hat man nur am rechten Punkte, nämlich in der Gegend des 3ten Wirbels, diesen Queerschnitt gemacht, so bewegt der Frosch seine beiden Hinterpfoten dennoch wie nach blossem Schnitt in die eine Rückenmarkshälfte, d. h. wie ein gesunder. — Wir haben diese Thatsache vollkommen bestätigt, und die Erklärung derselben geht aus unsern frühern Mittheilungen hinreichend hervor. — Was nach dem halbseitigen Durchschnitt die andre unzertrennte Seitenhälfte thut, das bewirkt

hier das noch unzertrennte Viertel, d. h. die graue Substanz, die hier noch unversehrt geblieben ist.

In den hiernach folgenden Blättern pag. 187—198 theilt VAN DEEN noch einige critische Bemerkungen über Marshall Hall's Lehre von der vis nervosa Halleri, und einige weniger bedeutende Dinge mit, was wir hier billig unberücksichtigt lassen, da wir sonst eine Critik in der dritten Potenz zu geben hätten. — Wir werden ohnedies die Lehre Marshall Hall's an einem andern Orte genau erörtern, und wir wenden uns daher schliesslich zur Beleuchtung der Resultate, die VAN DEEN, als die Quintessenz seiner Untersuchungen und Ansichten über das Nervensystem, pag. 200 aufstellt. — Es sind dies folgende:

1) Dass die weisse vordere Substanz der vorderen Stränge des Rückenmarks allein zur Bewegung dient.

   Diesen Satz haben wir hinreichend widerlegt, und gezeigt, dass primär nur die vordere graue Substanz des Rückenmarks diese Function ausübt, dass freilich, im weitesten Sinne genommen, diese weisse Substanz, als accessorische nur der Bewegung, nicht der Empfindung, dient.

2) Dass die vorderen Stränge mit ihrer grauen Substanz eben sowohl zur Empfindung wie zur Bewegung dienen.

   Auch dieser Satz ist durchaus falsch, und ist die Folge des unsicheren Experiments, in welchem zu viel graue Substanz, also auch ein Theil der hinteren, unversehrt gelassen wird; wobei denn die letztgenannte hintere graue, zum Theil noch unversehrt gebliebene, Substanz die Empfindung bewirkt, die fälschlicher Weise von der vorderen grauen und weissen Substanz hergeleitet wird.— Zugleich ist hierin ein Widerspruch mit 1) enthalten, denn dient die vordere weisse Substanz allein der Bewegung, so darf sie nicht die Empfindung vermitteln.

3) Dass die weisse Substanz der hinteren Stränge einzig für das Gefühl bestimmt ist.

Wiederholt ein grundfalsches Resultat entweder schlecht angestellter, oder schlecht beobachteter Experimente, — wie wir das hinreichend oben auseinandergesetzt haben.— Nur im weitesten Sinne genommen, ebenfalls als accessorische Substanz, dient sie der Empfindung.

4) Dass die hinteren Stränge nebst ihrer grauen Substanz ebenfalls nur allein für das Gefühl bestimmt sind.

Diesen Satz nehmen wir an, mit der Beschränkung, dass das in der weissen Substanz sich zeigende Gefühl nur als ein von der grauen ihr mitgetheiltes betrachtet werden darf.

5) Dass die weisse Substanz der Hinterstränge nicht der unmittelbaren Verbindung mit dem Gehirne bedarf, um demselben die von den hinteren Nervenwurzeln empfangenen Eindrücke mitzutheilen.

Wir sind vollkommen dieser Ansicht.

6) Dass die weisse Substanz der Hinterstränge allein nicht leicht das Gefühl zum Gehirn fortpflanzen kann.

Nach dem bei 3) Gesagten sind wir mit diesem Satze keineswegs einverstanden. — Die weisse Substanz der Hinterstränge leitet durchaus nicht direct zum Gehirn.

7) Dass dieses aber Statt findet, wenn die graue Substanz noch in Berührung mit der weissen der Hinterstränge ist.

Dieser Ansicht treten wir vollkommen bei.

8) Dass die vordere weisse Substanz ohne graue Substanz nicht im Stande ist, den Muskeln direct den Willenseinfluss durch die vorderen Nervenwurzeln mitzutheilen, dass sie nur Vibrationen der Muskeln erzeugen kann.

Hiergegen haben wir zu bemerken, dass nur die durch Fehler des Versuchs an der vorderen weissen Substanz haftend gebliebene graue Substanz die Muskel-Vibrationen erzeugt; dass die übrigen Behauptungen mit dem

von van Deen bei 1) Gesagten im Widerspruch stehen, und auch aus seinen Versuchen nicht hervorgehen; dass wir aber diese Ansicht, was den Vordersatz betrifft, vollkommen annehmen, gestützt auf Versuche, die das Gegentheil der von van Deen mitgetheilten Resultate darboten.

9) Dass dieselben Bedingungen, welche zur Erzeugung des wirklichen Gefühls nöthig sind, auch zur Hervorrufung der Reflexbewegung erforderlich sind, d. h. dass, so wie das wirkliche Gefühl von den hinteren Nervenwurzeln und hinteren Rückenmarkssträngen und der grauen Substanz abhängt, das Reflexgefühl durch dieselben Theile bedingt wird.

10) Dass dieselben Bedingungen, die zur Mittheilung des wirklichen Gefühls mittelst der Vorderstränge zum Gehirn erforderlich sind, auch nothwendig sind zur Fortpflanzung der Reflexbewegung durch dieselben Stränge in der Richtung vom Rückenmark zum Gehirn. — Weder die eine noch die andre kann ohne graue Substanz Statt finden.

Da wir bewiesen haben, dass die vordere graue Substanz keine Empfindung vermittelt, so können wir diesen Satz nicht annehmen.

11) Dass mittelst der grauen Substanz sich die Eindrücke von den Hintersträngen zu den vorderen Strängen weiter verbreiten.

Diese Folgerung erkennen wir vollständig an, — nur denken wir uns weder hierbei, noch bei den übrigen Fortpflanzungen der Eindrücke zur Empfindung oder Bewegung innerhalb des Rückenmarkes eine Circulation im Sinne van Deen's.

12) Dass durch die graue Substanz die Eindrücke von einer centripetalen Faser zur andern übertragen werden.

Diese Behauptung beruht auf keinem Beweise, und wir können sie darum nicht annehmen.

13) Dass durch die graue Substanz dasselbe in Bezug auf die centrifugalen Fasern Statt findet; denn wenige Fasern der weissen vorderen Substanz sind im Stande, mittelst der grauen Substanz den Eindruck des Willens vom Gehirn auf fast alle vordere Wurzeln, welche unterhalb dieser wenigen weissen Fasern entspringen, zu übertragen.

Dieser Satz ist theils den Versuchen van Deen's widersprechend, theils unrichtig. — Denn, sind nur wenige Fibrillen der weissen Substanz vorhanden, so kann nicht von anhängender grauer die Rede sein. Dann ist die Willensbewegung unter dem Schnitt aufgehoben. — Ist aber noch graue Substanz da, so ist die übrig gelassene Portion der Vorderstränge mehr als „peu de fibrilles.“ Unsre Versuche haben uns aber allerdings gelehrt, dass auch nur wenige graue Substanz, die an den Vordersträngen sitzen bleibt, zur (freilich schwachen) Fortleitung des Willens auf die Theile des Rückenmarks unterhalb des Schnitts fähig ist.

14) Dass man die centrifugalen (motorischen) und centripetalen (sensitiven) Nerven als Conductoren, und die graue Substanz als das active Centrum des Nervensystems betrachten müsse.

Auch dieser Satz geht, was dessen letzten Theil betrifft, aus v. Deen's Experimenten nicht hervor. Denn bezieht er denselben auf die graue Substanz des Rückenmarks, so widerstreitet das seiner falschen Ansicht, dass der Wille auch ohne graue Substanz auf vordere weisse Stränge wirke, und dass die hinteren Markstränge, auch ohne mit grauer Substanz verbunden zu sein, die Empfindung leiteten. — Bezieht er das Gesagte aber auf die graue Substanz der Ganglien, so hat er für dasselbe nicht den mindesten Beweis geliefert, ja alles spricht eher gegen ihn.

Wir wären nun zum Schlusse gekommen, sowohl der Beurtheilung der VAN DEEN'schen Versuche und Erörterungen, als derjenigen Untersuchungen, welche wir für den Inhalt dieser Schrift bestimmt haben. — Wir haben natürlich hier nur ein kurzes Gebiet der Nerven-Physik durchwandert, und sind weit entfernt zu glauben, dass wir die Lehre von der Function des Rückenmarks und der Nerven für den jetzigen Standpunkt der Wissenschaft erschöpft hätten. — Vielmehr erstrecken sich die hauptsächlichen, und ausgedehntesten Untersuchungen nur auf das Rückenmark, während wir über die Nerven noch vielfache und ausgebreitete Untersuchungen an anderm Orte mittheilen werden.

Wir beenden also diese Arbeit, indem wir kurz die hauptsächlichsten Resultate zusammenstellen, die als aus den genauesten und vielfach wiederholten Versuchen hervorgegangen betrachtet werden müssen:

I.

Die hinteren Rückenmarksnervenwurzeln sind empfindlich und nicht motorisch.

II.

Die vorderen Rückenmarksnervenwurzeln sind motorisch und nicht empfindlich*).

III.

Die hintere weisse Substanz des Rückenmarks ist empfindlich; doch nur, wenn sie noch mit der hinteren grauen

*) Empfindlich soll hier sowohl die Empfindung vermittelnd, als durch unmittelbaren Reiz für Schmerz empfänglich bezeichnen. — Und dass hier nur von den Nervenwurzeln im Zusammenhange mit dem unverletzten Rückenmark die Rede ist, versteht sich von selbst.

Substanz in Verbindung steht. Sie ist unempfindlich, wenn sie von der hinteren grauen Substanz getrennt ist.

IV.

Die hintere graue Substanz ist empfindlich, mag sie mit der hinteren weissen Substanz in Verbindung stehen oder nicht.

V.

Die vordere weisse Substanz ist unempfindlich, mag sie mit der vorderen grauen Substanz verbunden sein oder nicht.

VI.

Die vordere graue Substanz ist ebenfalls unempfindlich, mag sie mit der vorderen weissen verbunden sein oder nicht.

VII.

Die Bewegungen entstehen vorzugsweise und nur vermittelst der vorderen grauen Substanz; seien es willkürliche oder reflectirte Bewegungen; ohne vordere graue Substanz kann keine derselben zu Stande kommen, und Queerschnitt durch die vordere graue Substanz hebt alle willkürliche Bewegung unterhalb des Schnitts auf.

VIII.

Die vordere weisse Substanz empfängt die Eindrück

von der vorderen grauen, theilt sie den vorderen Nervenwurzeln mit, und vermittelt auf solche Weise die Bewegung, — willkürliche wie Reflexbewegung.

IX.

Die hintere weisse Substanz empfängt die Eindrücke von den hinteren Nervenwurzeln und theilt sie vorzugsweise der hinteren grauen Substanz mit; sie vermittelt auf solche Weise die Empfindung.

X.

Die Empfindung wird vorzugsweise durch die hintere graue Substanz, und niemals ohne dieselbe, vermittelt.

XI.

Die hintere weisse Substanz, wie die vordere, wirkt nicht in der Längs-Richtung des Rückenmarks, sondern in der seiner Dicke. Jene leitet gegen die Axe des Rückenmarks hin, diese empfängt die Eindrücke in der Richtung von der Axe nach der Oberfläche zu, wie die queeren Schnitte durch die weissen Substanzen zeigen. — Doch muss jeder Begriff von Circulation bei dieser Art von Leitung ausgeschlossen werden.

XII.

Der Einfluss des Willens wirkt stets auf die gesammte Masse des Rückenmarks, wenn auch stärker auf einzelne Punkte derselben als auf andre. — Die Aeusserungen seiner

Eindrücke werden aber vorzugsweise durch die vordere graue Substanz, und nie ohne dieselbe, vermittelt.

XIII.

Jede Empfindung wirkt auf die Gesammtmasse des Rückenmarks, obgleich stärker auf eine Partie desselben, als auf die andre. — Ihre Aeusserungen werden vorzugsweise durch die hintere graue Substanz des Rückenmarks, und niemals ohne dieselbe, vermittelt.

XIV.

So lange nur eine kleine Brücke hinterer grauer Substanz den unteren Theil des Rückenmarks mit dem oberen und dem Gehirne verbindet, bleibt das Gefühl in allen Theilen unter der Verletzung des Rückenmarks (z. B. Queerschnitt durch eine Seitenhälfte etc.) unverändert.

XV.

So lange noch eine kleine Brücke vorderer grauer Substanz die Verbindung des Rückenmarks (an irgend einer Stelle) mit dem Gehirn unterhält, so lange bleibt die willkürliche Bewegung mehr oder weniger ungestört, in allen Theilen unterhalb der Verletzung des Rückenmarks.

XVI.

Für die Fortpflanzung der Reflexbewegung und des Reflexgefühls finden dieselben Bedingungen in Bezug auf die

graue Rückenmarkssubstanz Statt, wie für die der willkürlichen Bewegung, und des wirklichen Gefühls.

XVII.

Die Reflexbewegungen und die zu den willkürlichen sich gesellenden coordinirten Bewegungen haben gleichen Grund in der anatomischen Beschaffenheit des Rückenmarks.

XVIII.

Während die ursprünglichen Bewegungen des Reflexes*) durch sensitive Nerven erzeugt werden, können die coordinirten auch ohne Mitwirkung der sensitiven Wurzeln und der hinteren weissen und grauen Substanz entstehen. — Also ist die Anwesenheit der hinteren Wurzeln zur Fortpflanzung der den Reflex erzeugenden Veränderung des Rückenmarks in ursprünglich nicht gereizte Theile desselben, nicht nöthig.

XIX.

Die eigenthümliche Art und Weise der Fortleitung der Eindrücke von der Peripherie zum Rückenmark und Gehirn, so wie der Modus, wie der Wille vom Gehirne aus auf Rükkenmark und Nerven wirkt, — ist uns durchaus noch unbekannt, und alle Ansichten über Circulation des Nervenprincips sind durchaus nur Folgen von Täuschung und Irrthum.

---

*) Wir schliessen hiervon natürlich die Bewegungen aus, welche durch unmittelbare Reizung des Rückenmarks oder der Nerven entstehen.

XX.

Die graue Substanz des Rückenmarks ist das eigentliche und hauptsächliche Agens, von welchem die weisse Substanz ihre Kraft erborgt. Durch graue Substanz wird Empfindung wie Bewegung primitiv bedingt, durch die weisse Substanz werden die Empfindungen, wie die Bewegungen geformt, modulirt, zu ihrer Eigenthümlichkeit gebracht; — die Nerven sind nur Conductoren der Zustände des Rückenmarks.

Erklärung der Abbildungen.

Zum besseren Verständniss der Versuche, so wie zur Erleichterung derer, welche sie zu wiederholen beabsichtigen, haben wir einige Abbildungen beigefügt, welche sowohl die hauptsächlicheren Operationstypen als auch die Instrumente darstellen, deren wir uns bedienen. — Wir haben beides um so eher thun zu müssen geglaubt, als nicht allein häufig genug aus der Verschiedenheit der Operationsweisen allein Missverständnisse und abweichende Resultate entstehen, — sondern hauptsächlich auch deshalb, weil wir aus eigner Erfahrung gelernt haben, wie wenig die Aerzte und Physiologen, namentlich die jüngeren, im Allgemeinen die gehörigen Mittel zur Anstellung jener Versuche, — nicht blos an Fröschen — kennen. — Deshalb werden wir jetzt, und in der Folge, bei allen Versuchen, welche wir mittheilen werden, es nicht unterlassen, eine Anleitung zum technischen Verfahren bei Anstellung der betreffenden Experimente anzufügen. — Bedenken wir nur, dass noch Treviranus behauptete, dass die Eröffnung des Wirbelcanals bei Fröschen die heftigsten Convulsionen und baldigen Tod nach sich ziehe, und erwägen wir, dass nach gehörig eröffnetem Wirbelcanal und blosgelegtem centralem Gesammtnervensystem die Frösche noch Tage lang am Leben bleiben, als wäre ihnen gar nichts geschehen, so werden wir ermessen, dass Treviranus's Ausspruch, den er doch aus seinen Versuchen ableitete, sicher nur die Folge mangelhaft angestellter Experimente war. — Wir werden natürlich hier nur die Haupttypen der Experimente angeben, und für die einzelnen findet dann der Leser das Verfahren — nur unbedeutende Modification — sich selbst, falls wir es nicht bei Mittheilung der einzelnen Versuche schon hinreichend vorgezeichnet haben.

Figur 1. 2. Eröffnung des Wirbelcanals von hinten her. — Man fasst den Frosch mit dem Daumen und Zeigefinger der einen Hand hinter beiden Vorderpfoten, so, dass dessen Bauchfläche auf der Handfläche liegt, und dessen Kopf frei an der Radialseite der Hand hervorsteht. — Die beiden Hinterpfoten schlägt man nach dem Ulnarrande der Hand, und hält sie entweder mit den drei übrigen Fingern der Hand fest, oder lässt sie, wenn der Frosch sich ruhig damit verhält, wie das meistens geschieht, frei. Man kann den Frosch mittelst des Daumens und Zeigefingers so fest halten, ohne ihn zu verletzen, dass es keiner weiteren Beihülfe zur Fixirung bedarf.

Nun macht man den Hautschnitt mit einer Scheere, indem man einen rechtwinkligen Lappen der Rückenhaut, den man nach der entgegengesetzten Seite hin zurückschlägt, bildet. Die wenigen Adhäsionen desselben durch Gefässe und Nerven trennt man ebenfalls mit der Scheere. — Dieses Verfahren ist weit besser, als einen Längsschnitt nach dem Laufe der Wirbelsäule in der Mittellinie der Rückenhaut zu machen, denn in letzterem Falle schieben sich späterhin die Schnittränder der Haut über die Wirbelsäule wieder mehr oder weniger her, und hindern dadurch die freie Ansicht der Wirbelsäule und des Rückenmarks; — während nach unsrem Verfahren die Haut bei der Fortsetzung des Versuchs nicht hinderlich wird.

Hierauf trennt man die Muskelbedeckungen der Wirbelsäule. Man macht zuerst mittelst eines convexen Scalpells vier longitudinale Einschnitte durch die Muskeln bis auf die Knochen, vom ersten bis zum letzten Wirbel, wie Fig. 1. zeigt. Wir bewirken die ersten beiden Schnitte unmittelbar neben den Dornfortsätzen die anderen beiden am äusseren Rande der langen Rückenmuskeln. Hierauf schneiden wir mittelst einer Scheere an den tiefsten Insertionsstellen diese Muskelmassen queer durch, nachdem wir das eine Blatt des Instruments unter denselben durchgeführt haben, wie ebenfalls Fig. 1. zeigt.

Alsdann fassen wir das Durchschnittsende der Muskeln erst auf einer Seite mit einer starken Pinzette, und reissen es mit einem raschen Zuge von unten nach oben von den Wirbelbogen ab, und verfahren eben so mit dem der andern Seite. So haben wir nach Verlauf einiger Secunden die hintere

Fläche der Wirbelsäule ganz frei von Weichtheilen, wie auf das reinste präparirt, vor uns, wie Fig. 2 zeigt.

Alsdann brechen wir vorsichtig, mit der bei Fig. 9 von der unteren Fläche her abgebildeten Kneipzange, die fein gearbeitet sein und gute und scharfe Spitzen haben muss, erst einen Wirbelbogen weg, indem wir eine Spitze der Kneipzange in den Zwischenraum zweier Wirbelbogen an irgend einer Stelle der Wirbelsäule und unter eine Seitenhälfte eines Bogens bringen (Fig. 2), und alsdann das Instrument schliessen. Hiernach schneiden wir auf dieselbe Weise auch die andre Hälfte des Bogens durch, und fahren so nach oben oder nach unten mit dem Wegnehmen der einzelnen Bogen fort, bis ein hinreichendes Stück des Rückenmarks blosgelegt worden ist. — Hierbei ist es am besten, die Spinalflüssigkeit um das Rückenmark herum zu erhalten, d. h. die häutigen Hüllen des Rückenmarks möglichst unverletzt zu lassen, um auf solche Weise das Rückenmark während der Bloslegung vor jeder Verletzung zu sichern, die nicht im Princip des Versuches liegt.

Fig. 3. 4. 5. Eröffnung des Wirbelcanals von vorn (oder von der Bauchhöhle aus durch Wegnahme der Wirbelkörper). — Man fasst den Frosch mit Daumen und Zeigefinger einer Hand so, dass dessen Rückenfläche die Handfläche berührt, dessen Bauchfläche frei nach oben gekehrt ist, in der Mitte des Bauches, — und isolirt mit den beiden Fingern die geraden Bauchmuskeln, was um so leichter geschieht, als bei den Anstrengungen des Frosches sich aufzurichten oder umzudrehen, diese Muskeln sehr vorspringen, und sich von den Eingeweiden leicht entfernen lassen. — Alsdann sticht man das spitze Blatt einer Scheere queer unter den Bauchmuskeln und der Haut durch, wie in Fig. 3 dargestellt ist, und schneidet Haut und Muskeln durch. — Diesen Schnitt verlängert man mit einer Scheere (deren stumpfes Blatt unter die Bauchmuskeln geführt wird) längs beider Seiten der Wirbelsäule nach den Kopfe zu, bis zu den Schulterblättern, oder bis zum 3. Wirbel. Man schlägt hiernach die Eingeweide zurück, trennt über der Mitte der Wirbelkörper mittelst einer Scheere das Peritonaeum, und schlägt dasselbe sammt der Aorta u. s. w. nach der andern Seite, so dass die ganze Wirbelsäule frei vor unsren Augen liegt, wie Fig. 4 darstellt.

Alsdann schneiden wir mit einer knieförmig gebogenen

Scheere, ein oder mehrere Intervertabral - Ligamente durch, wie Fig. 5 darstellt, mit der Vorsicht, die Spitzen des Instruments nicht zu tief zu führen, um das Rückenmark nicht zu verletzen.

Fig. 6. Hiernach trennen wir erst einen Wirbelkörper von seinen Bogen, indem wir die an den beiden Seiten seiner Basis angesetzten Spitzen derselben knieförmig gebogenen Scheere, wie Fig. 6 darstellt, schliessen. — Der Wirbelkörper springt alsdann bei dem zweiten Schnitte ab, und das Rückenmark liegt unversehrt vor uns.

Fig. 7. Hiernach führen wir das eine Blatt derselben Scheere in den Wirbelcanal unter die Basis eines zweiten Wirbelkörpers, wie Fig. 7 zeigt, und schneiden erst diese, dann die andere Seite seiner Verbindung mit dem Wirbelbogen durch, mit der Vorsicht keinen der Nervenstämme, die in der Nähe aus der Wirbelsäule austreten, zu verletzen. — Auf gleiche Weise führen wir die Scheere unter die übrigen Wirbel nach oben und unten, und legen das Rückenmark blos, so weit wir wollen.

Fig. 8. Durchschneidung einzelner Stränge des Rückenmarks. Will man z. B. die vorderen Stränge durchschneiden, ohne die graue Substanz zu verletzen, so geschicht dies am sichersten nur bei von vorn geöffneter Wirbelsäule. Wir bedienen uns dazu einer feinen geraden Scheere, deren eine Branche queer in passender Höhe durch das Rückenmark eingestochen wird, wie Fig. 8 zeigt; und nachher wird durch Schliessung der Scheere die Trennung bewirkt. Aehnlich verfährt man bei Trennung der hinteren Stränge, mit oder ohne hintere graue Substanz bei von hinten geöffnetem Wirbelcanale.

Fig. 10. Durchschneidung einer Seitenhälfte des Rückenmarks. Wir bedienen uns dazu des bei Fig. 10 abgebildeten Messerchens. Die Spitze desselben wird senkrecht auf die Mittellinie des Rückenmarks gesetzt, die Schneide dem Seitenrande derjenigen Seitenhälfte zugewandt, die durchschnitten werden soll, der Rücken desselben der andern Rückenmarkshälfte, die unversehrt bleiben muss. Mit einem raschen sichern Schnitt gerade von oben nach unten in verticaler Richtung, wird die Seitenhälfte getrennt. Das Messerchen muss vorher in Wasser getaucht worden sein, wie wir bereits oben erwähnt haben.

Die anderweiten Operationstypen lassen sich nach dem Mitgetheilten leicht einsehen.

Fig. 11. Queerschnitt durch die beiden Hinterstränge, (hintere weisse Substanz mit oder ohne Verletzung der grauen) Vers. XIII. der zweiten Abhandlung, pag. 115. Vers. XII. der ersten Abhandlung pag. 20. etc. Das Rückenmark ist von hinten blosgelegt.

Fig. 12. Queerschnitt durch die Vorderstränge. S. Vers. I. der zweiten Abh. pag. 30. Das Rückenmark ist von vorn blosgelegt. Auch für Vers. XI. der 1sten Abhandlung etc.

Fig. 13. Hintere Stränge des Rückenmarks weggeschnitten. S. Vers. X. der 1sten Abhandlung; Vers. XXII. der 2ten Abhandlung etc.

Fig. 14. Vordere Stränge des Rückenmarks weggenommen. S. Vers. IX. der 1sten Abh. Vers. X. der 2ten Abh.

Fig. 15. Eine Seitenhälfte des Rückenmarks bis zur Mittellinie durchgeschnitten, in der Gegend des 3ten Wirbels. S. Vers. XXV. u. XXXVII. der 2ten Abhandlung.

Fig. 16. Durchschnitt einer Seitenhälfte, und eines Theils der andern, des Rückenmarks, in der Gegend des 3ten Wirbels, dergestalt, dass nur ein kleiner Theil einer Seitenhälfte unzertrennt geblieben ist. S. 2tes Suppl. pag. 300.

Fig. 17. Trennung einer Seitenhälfte des Rückenmarks, und des Hinterstrangs der andern. S. 2te Abh. Vers. XIV. pag. 124. und 2tes Supplement. pag. 281.

Fig. 18. Durchschnitt einer Seitenhälfte in der Gegend des 3ten Wirbels, und aller hinteren Nervenwurzeln unterhalb des Schnitts. S. Vers. XXXIX. und 2tes Supplement.

Fig. 19. Darstellung des Versuchs XLVII.

Fig. 20. Darstellung des Versuchs XXVII.

Fig. 21. Darstellung des Versuchs XXVIII.

Fig. 22. Eine Rückenmarkshälfte ist weggenommen, aber nicht ganz bis zur Mittellinie. S. 2te Abhandlung.

Fig. 23. Theilung des Rückenmarks in der Mittellinie, vom 3ten Wirbel an abwärts.

Fig. 24. Theilung, wie in vorhergehender Figur, und Wegnahme der Hinterstränge. S. 1ste Abh. pag. 16. und Vers. XXIII. der 2ten Abhandlung.

Fig. 25. Wegnahme des Rückenmarks mit Ausnahme eines Vorderstrangs vom 3ten Wirbel an. S. Vers. XXIV. der 2ten Abhandlung, und pag. 16. der 1sten Abhandlung.

Zusatz zu pag. 60 dieser Schrift.

Das Factum, dass nach Vergiftung entstandener allgemeiner Tetanus auch fortdauert, wenn das Rückenmark queer durchgeschnitten wird, ist von Magendie 1809 zuerst aufgefunden, obwohl nicht in seiner Wichtigkeit begriffen worden. Er sprützte einem Pferde eine Quantität Upas-Gift in die Drosselader. Es entstand Tetanus aller Theile, und dieser wurde nicht unterbrochen, wenn das Rückenmark unterhalb des Hinterhauptsbeins durchgeschnitten wurde. Bei Versuchen, wo eines der Enden des durchschnittenen Rückenmarks mit etwas wenigem Upas-Gift bestrichen wurde, gingen nur diejenigen Theile in Convulsionen über, die ihre Nerven aus dem Punkte des Rückenmarks erhielten, auf den das Gift gewirkt hatte. S. Bulletin des sciences médicales 1809. Juin. Auch ausgezogen in Hufeland's Journ. der pract. Heilk. 1809. 11tes Stück, pag. 126—130.

TABLEAU REPRÉSENTANT L'ASTIGMATISME DE 114 YEUX PRIS AU HASARD.

Numéros des observations	Œil gauche — Expression de la réfraction: Angle	Cyl.	Sph.	Œil droit — Expression de la réfraction: Angle	Cyl.	Sph.	Numéros des observations
173	»	± ∞		»	± ∞		173
186	»	± ∞		»	± ∞		186
191	»	± ∞		»	± ∞		191
420	»	± ∞	— 16	»	± ∞	— 16	420
167	165°	+ 120	+ 12	»	± ∞	± ∞	167
188	90°	± 200		As. irrég.			188
66 bis	165°	± 120		90°	± 200		66 bis
91	150°	± 250		105°	± 120		91
189	15°	± 250		90°	± 250		189
385	»	± ∞	+ 96	45°	+ 96	± ∞	385
184	»	± ∞		120°	± 96		184
185	»	± ∞		90°	± 96		185
187	90°	± 96		»	± ∞		187
97	»	± ∞	— 16	85°	— 96	— 12	97
344	As. irrég.		— 96	105°	— 60	— 96	344
324	105°	— 200	— 96	25°	— 96	— 96	324
182	15°	± 200		165°	± 96		182
194	0°	± 96		90°	± 96		194
179	75°	± 60		150°	± 120		179
195	165°	± 96		0°	± 60		195
171	0°	± 96		90°	± 60		171
209	15°	± 96		165°	± 60		209
196	0°	± 60		120°	± 96		196
371	75°	± 96		95°	± 60		371
90	105°	+ 60	± ∞	75°	— 60	— 6 ½	90
190	75°	— 60	± ∞	165°	— 60	± ∞	190
66	90°	— 60	— 8	120°	— 60	— 7	66
233	»	± ∞	+ 72	30°	± 48	+ 72	233
287	120°	— 48	— 4	»	+ ∞	— 72	287
124	0°	± 120		0°	± 40		124
181	0°	± 120		0°	± 48		181
169	135°	± 96		85°	± 48		169
175	0°	± 96		0°	± 48		175
418	45°	+ 48	+ 48	30°	± 96	+ 48	418
178	75°	± 96		90°	± 48		178
197	25°	± 48		30°	± 96		197
224	15°	— 48	± ∞	15°	+ 96	± ∞	224
127	40°	± 40		165°	± 60		127
331	65°	— 48	± ∞	150°	— 60	± ∞	331
180	30°	± 48		135°	± 60		180
176	10°	± 48		150°	± 48		176
193	30°	± 48		75°	± 48		193
199	165°	— 48	— 7	35°	— 48	— 7	199
278	0°	— 48	— 60	0°	— 48	— 60	278
310	100°	— 48	— 36	75°	— 48	— 36	310
255	»	»	— 5	45°	— 32	— 5 ½	255
192	0°	± 36		45°	± 96		192
342	90°	± 32		90°	± 70		342
177	0°	± 60		0°	± 32		177
251	80°	— 36	— 48	105°	— 48	— 48	251
174	75°	— 32	— 16	105°	— 32	— 20	174
336	»	± ∞	± ∞	90°	— 24	— 9	336
198	90°	— 20	— 6 ½	»	— ∞	— 5 ½	198
341	75°	— 16	— 24	100°	— 14	— 96	341
133	90°	— 17	+ 48	90°	— 11	+ 24	133
100	0°	— 8	— 48	0°	— 18	— 24	100
34	15°	± 8		165°	± 16		34

Représentation graphique de l'astigmatisme (œil gauche): $\frac{1}{8}$ $\frac{1}{12}$ $\frac{1}{24}$ $\frac{1}{\infty}$

Représentation graphique de l'astigmatisme (œil droit): $\frac{1}{\infty}$ $\frac{1}{24}$ $\frac{1}{12}$ $\frac{1}{8}$













